P. Lindner

Entdeckte Verborgenheiten

aus dem Alltagsgetriebe des Mikrokosmos

Verlag von Paul Parey in Berlin.

Entdeckte Verborgenheiten

aus dem

Alltagsgetriebe des Mikrokosmos

Von

Professor Dr. **Paul Lindner**

Vorsteher der biologischen Abteilung
am Institut für Gärungsgewerbe in Berlin

Mit 56 Textabbildungen und einer farbigen Tafel

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen
SW, Hedemannstr. 10 u. 11
1923

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.
Printed in Germany.

Vorwort.

Am 27. August 1723, also vor 200 Jahren, starb in Delft der Entdecker und unentwegte Enthüller so mancher Verborgenheiten des Mikrokosmos, Antony van Leeuwenhoek. Man kann wohl sagen, daß er die letzten 70 Jahre seines Lebens fast ausschließlich mikroskopischen Studien gewidmet und so zu einer Fülle von Erfahrungen gekommen ist, wie sie einem andern Sterblichen kaum jemals auf diesem Gebiet zugänglich war. Ein Blick in die dicken Bände seiner „Sendbriefe" genügt, um die Vielseitigkeit seiner edlen Wißbegierde zu begreifen. Und doch war bei der Unvollkommenheit der Optik das meiste nur ein erster Ansatz zu gründlicher Erkenntnis. Die Spanne von fast drei Jahrhunderten, die zwischen uns und ihm liegt, ist durch eine stetige Fortentwicklung unserer mikroskopischen Erfahrungen gekennzeichnet, die auch manche praktisch wichtige, der Allgemeinheit zugute gekommenen Früchte gezeitigt. Man kann aber noch nicht behaupten, daß diese Allgemeinheit genügend über diese Fortschritte aufgeklärt, geschweige denn selbst zum Suchen und Finden solcher Verborgenheiten angehalten worden wäre. Die Genußsucht hat zwar gewaltige Eroberungen gemacht, aber die Freude am stillen Genießen, die wir bei der Beobachtung der Natur und der Lebensäußerungen der kleinsten bis zu den kompliziertesten Wesen empfinden, haben sich doch nur verhältnismäßig wenige gegönnt. Und diese wenigen haben nicht laut hinausgeschrien, wie wunderbar erfrischend, aufmunternd, belehrend und veredelnd gerade diese stillen Stunden am Mikroskop auf sie gewirkt haben; wie sie durch sie abgelenkt worden sind von dem Geräusch und Gezänk des Alltags, von den faden Vergnügungen geschwätziger Geselligkeit oder von der leidenschaftlichen Hingabe an Spiel und Tanz oder von einer wüsten Lesewut.

Nicht jeder ist heut in der Lage, sich ein Mikroskop anzuschaffen und selbst zu forschen. Das ist aber noch kein Grund, sich überhaupt nicht um die Ergebnisse der Forscher von Beruf zu kümmern. Was die Natur uns offenbart, ist immer wichtig, fördert uns in unserer Wirtschaft, läßt uns alte Vorurteile und Praktiken über Bord werfen. Wir lernen zweckmäßiger zu arbeiten, ohne Energieverschwendung mit höchstem Nutzeffekt, wir lernen aus vordem wertlosen Abfällen neue Werte herauszuholen. All das ist ungeheuer wichtig in Zeiten der Not. Von besonderem Nutzen ist aber die Erkenntnis unserer selbst, von unseren ererbten oder anerzogenen Schwächen und Fähigkeiten, von dem Spiel der Vererbung, von den Möglichkeiten, jene auszumerzen oder diese zu vervollkommnen. Hineingesetzt in die Welt, müssen wir uns ihr anpassen und in Speise und Trank, Kleidung und Lebensgewohnheiten das für uns Geeignetste auswählen. Das Zusammengedrängtsein der Menschen und Tiere in großen Städten erfordert eine besonders sorgfältige Überwachung all jener Maßnahmen, die der Volksgesundheit und Seuchenbekämpfung dienen, dem Anbau und der

Verteilung der Nährstoffe und ihrer zweckmäßigen Verarbeitung im Nahrungs- und Genußmittelgewerbe. Die Haltbarmachung und Speicherung der so erhaltenen Produkte, ihre Verwertung für den Haushalt, die Ausnützung der Nebenprodukte und Abfallstoffe, auch derjenigen der menschlichen Wirtschaft — alles dieses sind wichtige Probleme, für die jedermann sich interessieren muß, der mitreden will. Da nun aber überall mikroskopisch kleine Wesen ihr Wesen oder Unwesen treiben, müssen wir gerade ihnen eine besondere Aufmerksamkeit widmen. Wie sehr hat sich im Laufe des Krieges das zu geringe Bewandertsein mit der Biologie des Ungeziefers als großer Mangel bemerkbar gemacht!

Das vorliegende Buch will nach Möglichkeit ein tieferes Verständnis für alle unsere Wirtschaft beeinflussenden und bedingenden biologischen Kräfte vermitteln. Es kann natürlich nicht alles berücksichtigen und mit heranziehen; es konnte auch nicht streng systematisch aufgezogen werden. Das Gebotene zeigt in erster Linie, worauf sich mein eigenes Interesse und meine Wißbegier besonders konzentriert hat, was ich für meinen Teil als besonders wichtig und interessant angesehen habe. Andere Autoren mit anderem Entwicklungsgang werden naturgemäß einem Buch mit dem gleichen Titel einen ganz anderen Inhalt geben können. Manche Ausführungen sind schon im allgemeinen Teil der fünften Auflage meiner „Mikroskopischen Betriebskontrolle in den Gärungsgewerben" gebracht worden.

Die günstige Beurteilung, die gerade sie gefunden, hat mich bewogen, sie nicht bloß dem Gärungsfachmann, sondern auch weiteren Kreisen zu unterbreiten.

Solche Bücher, und wenn es ihrer ein Dutzend wären, können wir bei dem gewaltigen Umfang der angewandten Biologie noch immer gebrauchen. Das vorliegende soll kein Vorbereitungsbuch für irgendein Examen sein, sondern ein Belehrungsbuch für Naturfreunde, die tiefer in die Vorgänge blicken wollen, als das bloße Auge ihnen gestattet. Welches Kapitel sie auch aufschlagen werden, ein jedes wird für sie anregend wirken. Besonderen Wert habe ich auf die Darbietung jener neueren Forschungsergebnisse gelegt, die klärend in dem Streit der Tagesfragen, wie z. B. in der Antialkoholbewegung wirken können.

An vielen Stellen des Buches ist auf Bilder aus meinem „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde" verwiesen, was den Besitzern dieses Werkes, das im gleichen Verlage erschienen ist, ganz willkommen sein dürfte.

Für die schnelle und rechtzeitige Fertigstellung des Druckes dieses Buches und für die gute Ausstattung fühle ich mich dem Herrn Verleger sehr verpflichtet.

Ein stiller Wunsch des Verfassers ist es, daß der eine oder andere Leser, der ergänzende Beobachtungen gemacht hat, dieselben ihm auch mitteilt.

So mögen der „Verborgenheiten", eine Ausdrucksweise, die auf Leeuwenhoeks Grabdenkmal in der Oude Kerke in Delft eingegraben, immer mehr ans Licht gebracht werden.

Berlin, im August 1923. **Paul Lindner.**

Inhaltsverzeichnis.

		Seite
1.	Der Makro- und Mikrokosmos im Spiegel der menschlichen Vorstellungen und Erkenntnisse	1
2.	Licht, Luft und Leben	7
3.	Die Pflanze als Wärme- und Kraftspeicher	14
	Die Entstehung der Steinkohle	14
	Ausnützung der Steinkohlen	20
	Die Entstehung des Erdöls	20
	Die Torfbildung	23
	Gewinnung von Spiritus aus Torf	24
	Die Bedeutung des Zellstoffs	27
	Die Pflanze als Nährstofflieferant	28
	Grüne Tiere mit Kohlensäureassimilation	36
4.	Pflanzenleben ohne Licht	37
	Mutmaßlicher Ursprung der organischen Substanz im Licht ohne Lebenskeime	39
5.	Die Bedeutung des Luftstickstoffes für die Pflanze	40
6.	Die biologischen Vorgänge im Boden	45
	Die Wirkung des Lichtes auf physiologisch wichtige Verbindungen	50
	Wirkung des Lichtes auf nicht grüne Pflanzen	51
	Wirkung radioaktiver Stoffe	52
7.	Die Bedeutung des Wassers für die Entfaltung des Lebens	53
8.	Die Nahrung für den lebenden Organismus	64
9.	Die wichtigsten auf Nektar und Honig bzw. Alkoholgenuß eingestellten Tiergeschlechter	71
10.	Zuckerrohr, Palmen und ihre gärfähigen Säfte	82
11.	Die Baumsäfte als Nahrung	83
12.	Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle	84
13.	Der Milchfluß der Bäume	85
14.	Der gärende Eichenschleimfluß	87
15.	Honigtau und Honigtauregen	89
16.	Der Honigtau und seine Nutznießer	89
17.	Tierischer Honigtau	92
18.	Ambrosiapilze als Nährstoff für Borkenkäfer und Gallenbewohner	94
19.	Die Verarbeitung zuckerhaltiger Säfte zu Rum und Arrak	97
20.	Agavenwein „Pulque", das Nationalgetränk der Mexikaner	99
21.	Die Gärung in Frucht- und Beerensäften	99
22.	Zider- oder Apfelweinflora. Weingärung	100
23.	Die Obstmade und ihre Bekämpfung	103
24.	Milchgärungsprodukte	104
25.	Das Schicksal der Nahrung im Darm	105
	Die Darmflora	105
26.	Die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen	109
	Sind Pflanzenfresser reine Vegetarier?	109
27.	Der Magen als Gärbottich	110
28.	Alkoholbildung bei Bakteriengärungen im Darm und in künstlichen Nährlösungen	110
29.	Die Fäkalien als Nahrungsquelle	113
30.	Einige ernährungsphysiologische Betrachtungen	114
31.	Nahrungsgifte	123
32.	Gerberei	126
33.	Fasergewinnung. Neuere Erkenntnisse im Röstverfahren	127
34.	Verdauungsvorgänge beim Pflanzenfresser	129

Seite

35. Mikrobenhilfe bei der menschlichen Ernährung 130
36. Die Fäkalien und ihre Auswertung zur Schaffung neuer Nahrung 132
37. Benutzung der Fäkalien zur Pilzzüchtung. Champignonzucht 140
38. Gegenseitige Abhängigkeiten. Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen . . 142
39. Ein hefenähnlicher Parasit Telohania corethrae in den Larven von Corethra plumicornis als Mikrosporidie erkannt 151
40. Vom Auge und vom Sehen 152
Die Mikrophotographie 157
41. Veränderungen und Schädigungen des Auges durch die direkten sichtbaren Lichtstrahlen 159
42. Zur Geschichte des Mikroskops und der mikroskopischen Forschung 160
43. Mikroskopkauf, mikroskopische Präparate 178
44. Beobachtung wachsender Kristalle und künstlicher Zellen 179
45. Beobachtung wachsender Pilz- und Älchenkulturen und des Liesegangschen Phänomens 180
46. Stärkekörner und Stärkereaktionen 183
47. Pflanzenleben im Wasser 188
48. Eine wichtige Arbeit über Eisenbakterien des Wassers 202
49. Von der sogenannten „Wasserblüte“ 205
50. Das sogenannte „Meteorpapier“ 206
51. Zur Auswertung der Meeresalgen 207
52. Tierische Bewohner des Wassertropfens 213
53. Einiges über die biologische Selbstreinigung der Gewässer 225
54. Für den Menschen pathogene Organismen, die gelegentlich im Gebrauchs- und Trinkwasser vorkommen 228
Wasserfiltration 232
55. Klärung und Reinigung städtischer Abwässer 235
56. Das Essigälchen 235
57. Blatt- und Schildläuse 239
58. Mücken und Fliegen 251
Blutbierbrauende Mücken 252
Fliegen 254
59. Die Essigfliegen 257
60. Die Dasselfliegen 257
61. Milben 260
Milben auf Gerste und Malz 263
Essigmilben 264
Milben auf getrockneter Hefe 265
62. Die wichtigsten Speicherschädlinge 266
Der Kornkäfer oder Kornrüßler 267
Tribolium ferrugineum 270
Der Getreideschmalkäfer 271
Mehlwurm und Mehlkäfer 271
Die Küchenschabe 271
Die Kornmotte 272
Beobachtungen aus der Lebensgeschichte der Kleidermotte 273
Ratten und Mäuse 275
Holzwespen 276
Wurmstichiges Eichenholz 277
63. Allgemeine Bemerkungen zur Schädlingsbekämpfung 277
64. Kulturgeschichtliche Schlußbetrachtungen 279
Alphabetisches Sachregister 287

1. Der Makro- und Mikrokosmos im Spiegel der menschlichen Vorstellungen und Erkenntnisse.

Nichts hat so mächtig das Fühlen, Denken, ja auch das Handeln der Menschen beeinflußt, als die Erscheinungen des Makrokosmos, der uns überall umgibt und in dessen Mittelpunkt wir zu stehen scheinen. Die aus fernsten Weltenräumen her strahlenden Lichter, sie haben ein empfindendes Auge gefunden und ein Organ, das jene Bilder geistig zu verarbeiten lernte. Am Licht hat sich unser Verstand entzündet und eine Welt von Vorstellungen erobert, die allmählich zur Erkenntnis der Wirklichkeit führten. Wir preisen uns glücklich, in der Unendlichkeit des Raumes und der Zeit dem kurzlebigen winzigen Pünktchen organischer Masse anzugehören und in dieser wieder jenen bevorzugten Geschöpfen, denen sich all die Herrlichkeit der weiten Natur offenbaren kann; und dieses Glücksgefühl, es überkommt uns mit elementarer Gewalt und läßt unser Innerstes in hehren Schauern erbeben, wenn das hohe Lied vom Makrokosmos, Beethovens majestätische Jubelhymne „Die Himmel rühmen des Ewigen Ehre, ihr Schall pflanzt seinen Namen fort" in feierlicher Stunde anhebt. „Vernimm's und siehe die Wunder der Werke, die die Natur dir aufgestellt". „Kannst du der Wesen unzählbare Heere, den kleinsten Staub fühllos beschauen?" Wer wollte zweifeln, daß solche Naturbetrachtung, zu welcher Christian Fürchtegott Gellert, der Dichter jener Hymne, auffordert, nicht tiefste Religiosität auslöse, die auch die Erscheinungen des Alltags verklärt, unter denen wir aufwachsen und deren Einwirkungen wir uns nicht entziehen können.

Wenn mit ihren Purpurstrahlen die Sonne, selbst noch hinter dem Horizont versteckt, den neuen Tag kündet, ist es uns, als ob die Natur aus ihrem Schlummer erwache. — Im Gezweig des Waldes hebt tatenfrohes Rauschen an, die Blume im taufrischen Grün der Wiesen öffnet freudig ihren Kelch, und die Lerche steigt hoch im Feld, ihr Jubellied zu schmettern.

„Wohl dem, der da atmet im rosigen Licht" und — so wollen wir hinzufügen — „der Augen hat, zu sehen, und Ohren, zu hören, wohl dem, der den frischen Erdgeruch oder den balsamischen Blütenduft zu verspüren und die wohltuende Wärme des Sonnenstrahls zu fühlen vermag".

Die Sonne steigt höher, ihr Purpurschleier zerrinnt mit den Wolken; die grellen Lichter blenden das Auge: dies soll nun auf die Erdendinge gerichtet bleiben, die so hell erleuchtet sind, daß wir an ihnen unser Tagewerk verrichten können.

Aber wenn am späten Nachmittag die Feierstunde anhebt und wir in die freie Natur hinaustreten, um frischen Atem zu schöpfen, dann wird der Glanz des Tagesgestirns wieder milder und das Auge folgt gern seinen Strahlen, die alle Farbentöne aus der weiten Landschaft hervorlocken. Wie von einem unsichtbaren Zeiger geführt, senkt sich die strahlende Scheibe immer weiter am blauen und leicht bewölkten Zifferblatt des Himmels hernieder, und ebenso herrlich wie ihr Aufgang vollendet sich ihr Untergang. „Dämmrung will die Flügel spreiten" und ein Sternlein nach dem andern wagt sich schüchtern mit mildem Licht hervor. Unwillkürlich hebt sich unser Blick jetzt in die Höhe, in die Gefilde der Unendlichkeit, und fragend spähen wir nach dem Sternlein, das wohl am weitesten dahinten steht. Wenn aber das Auge am Ende seiner Kraft, dann schließen sich die Lider und lassen der Phantasie freies Spiel, das Paradies uns auszumalen, das noch weiter jenseits liegen und wo die Gottheit thronen und der Chor der Seligen weilen soll.

„Den Griechen waren, wie allen Indogermanen von jeher die Himmelslichter die lebendigen und lebenbeherrschenden Götter; Zeus, der strahlende Himmel und sein Sohn Apollon Helios die Spender der wohltätigen wie der schädlichen Licht- und Wärmewirkungen, welche der Mensch an sich selber und an seiner Erde gewahr wird. . . . Die forschende Astronomie hat an die Stelle der lebendigen Götter den blinden atombewegenden Zwang gesetzt, und eine tiefere Naturbetrachtung die zielsichere Vernunft im Weltall regieren lassen; an Stelle des mechanischen Naturbegriffes trat der organische. Die verblassenden Himmelsgötter wichen einem gesteigerten Gottesbegriff, einem weltdurchdringenden, weltdurchatmenden Urwesen, das geistig betrachtet, Zeus oder Pronoia, sinnlich betrachtet Physis, sittlich betrachtet Heimarmene heißt. Die allwaltende Vorsehung, die unerschöpflich gebärende Natur, die unabwendbare Vorherbestimmung, sie galten später als die verehrunggebietenden Mächte, welche über den Geschicken des Menschen stehen und wie die Menschen so auch Götter und Tiere und Pflanzen und Wasser und Gestein als Teile des großen Alls ewig bewegen."
(Karl Reinhardt, Poseidonios, München 1921. C. H. Beck.)

Es gilt aber nicht bloß, die Werke der Natur zu beschauen und sie mit Empfindung zu betrachten, sondern sie auch zu erforschen, sie verstehen zu lernen.

Und wie nahe legt uns die Natur dieses Beginnen, hat sie doch alle ihre Dinge mit einem so herrlichen Zauber der Wirklichkeit geschmückt, daß es eine Lust ist, in dem Buch ihrer Offenbarungen eine Seite nach der anderen zu entziffern.

In der germanischen Mythologie ist Wotan, der Herrscher in Walhall einäugig: Er hatte in seiner Jugend begehrt, aus dem Weisheitsquell an der Wurzel der Weltesche Ygdrasil zu trinken, was ihm Mime, sein Oheim, erst gestattete, wenn er ein Auge als Preis oder Pfand dahingab. Der Sinn des Mythos soll sein: Am Abend versinkt die Sonne, ein Auge des Gottes ins Meer. Während der Nacht aber schlürft er aus der gewaltigen Schale des Meeres neue Weisheit.

Eine prächtige Kennzeichnung des Wissensdurstes der alten Germanen!

Wir haben oft des Tags und in der stillen Nacht in die Weite und Höhe geschaut, aber erst spät sind wir dazu gekommen, auch einen Blick in die Tiefen der Natur zu tun, den „kleinsten Staub" näher zu betrachten. „Ins Innere der Natur dringt kein erschaffener Geist", dies Dichterwort schien für immer Geltung zu behalten. Aber heut schon muß es sich tagtäglich neue Einschränkungen gefallen lassen. Ungefähr 100 Jahre bevor Gellert seine tiefempfundene Dichtung uns bescherte, hatte schon eine ehrwürdige Forschergestalt, die in der vollsten Hingabe an die Natur ihr Lebensglück suchte und fand, die Pforten jener Welt gesprengt, die unserem Auge bislang verborgen geblieben war, des Mikrokosmos. „Tausende von kleinsten lebenden Tierchen innerhalb eines einzigen Wassertropfens!" Diese 1675 von Delft ausgehende Kunde Leeuwenhoeks setzte die Mitwelt ins größte Erstaunen und stellte der Forschung eine Unmenge neuer Probleme. Aber noch potenzierter als durch das Mikroskop erschlossen sich uns in letzter Zeit die kleinsten Dinge im Gesichtsfeld des Ultramikroskops. Das Sternenheer des Makrokosmos, es spiegelte sich hier wider im Mikrokosmos, nur gedrängter und lebhafter beweglich, und die alte Welthypothese der griechischen Philosophen Leucippos und Demokritos, sowie des römischen Dichters Lucretius, der sie in einem leider unvollendet gebliebenen Lehrgedicht „de rerum natura" näher begründete, sie schien fast durch den Augenschein bestätigt werden zu können.

Das Mikroskop — oder wie man es früher auch nannte — die Wunderkanone führt uns in eine Welt ein, in der tiefste Ruhe zu herrschen scheint, in der es keinen Ausbruch elementarer Gewalten, keine zuckenden Blitze, kein Donnergrollen und Sturmesheulen, kein Brausen brandender Wellen, keine Titanenkämpfe und kein Heldentum gibt. Überall nur ein geräuschloses Wirken auf kleinstem Raum.

Und doch, wie bedeutungsvoll ist dieser Mikrokosmos, welch ein Machtfaktor in der Schöpfung.

„Der Welten Kleines auch ist wunderbar und groß, und aus dem Kleinen bauen sich die Welten."

Die einzelne Hefenzelle, die wir in einem Würzetröpfchen isoliert haben, ist fast ein Nichts und doch, wie bald vermögen ihre Nachkommen gewaltige Würzemengen in den großen Gärbottichen hin und her zu wälzen.

Ein Choleravibrio ist ein noch kleineres Etwas, und wie schnell kann seinen Nachkommen die Bevölkerung ganzer Dörfer und Städte und Ländergebiete zum Opfer fallen.

Myriaden kleinster Geißeltierchen bringen in warmen Sommernächten das bewegte Meer zum Leuchten, andere Mikroben wieder färben unabsehbare Schneefelder oder ganze Küstenstriche blutigrot, noch andere verschleimen das Wasser ganzer Buchten (Adriakrankheit).

Solange man diese dem bloßen Auge unerreichbaren Geschöpfe nicht kannte, verwob man die durch sie ausgelösten Erscheinungen mit

Vorgängen im Makrokosmos oder man führte sie auf Zauberei, göttliche oder dämonische Eingriffe zurück.

Auch in der vieltausendjährigen Entwicklung des Gärungsgewerbes hat Aberglauben und Zauberspuk eine Rolle gespielt, da man sich den launigen Wechsel von Erfolg und Mißerfolg meist nicht zu deuten vermochte, und selbst die jüngste Zeit ist nicht frei davon, wie uns die tragische Geschichte „Im Brauhaus" von Theodor Storm so anschaulich vor Augen führt. Das rätselhafte Spiel der Mikroben hat so manches Glück und manche Existenz untergraben, manche schlaflose Nacht dem Winzer, Brauer, Brenner und Hefefabrikanten bereitet und zu mancher Verzweiflungstat hingeführt.

„Wer sie nicht kennte,
Die Elemente,
Ihre Kraft
Und Eigenschaft,
Der wäre kein Meister
Über die Geister."

Der Ausbau der mikroskopischen Wissenschaft, die Mikrobiologie, sie hat die Meisterung jener Geister, die uns so häufig lästig fielen, zuwege gebracht, und wenn auch heut die Wissenschaft der Praxis jenen Geisterkampf so gut wie ganz abgenommen und regelmäßige Erfolge sichergestellt hat, so sollte doch der einzelne Praktiker sich auf solche Möglichkeiten vorbereiten, wo er, auf sich selbst gestellt, jenen Kampf führen muß.

Es hieße aber die Angehörigen eines biologischen Gewerbes zu niedrig einschätzen, wollte man sie mit der Mikrobiologie nur insoweit in Verbindung bringen, als es gerade nötig ist, um etwaigen Kalamitäten im Betrieb zu begegnen.

Die Mikrobiologie hat für sie wie auch für die übrige Laienwelt noch einen ganz anderen Nutzungswert. Sie vermittelt eine naturgemäße Vorstellung vom Leben und gibt die Richtlinien an für eine vernünftige, auf körperliches und geistiges Wohlbefinden gerichtete Lebensführung.

An mikroskopisch kleinen Lebewesen hat man die Gesetze des Wachstums, der Ernährung, Fortpflanzung und Vererbung, die Funktionen und das Wechselspiel der einzelnen Organe gründlich studieren können, um dann auf den komplizierteren Organismus die Nutzanwendung zu machen.

Wie das Mikroskop uns neue Anschauungen vermittelte, so natürlich auch die Chemie, die den Erdenstaub in seine Bestandteile zerlegte und uns nie mit Augen vorher gesehene Dinge aufzeigte, nämlich alle jene Metalle, die er birgt und die unter dem Einfluß der Luft erdeartig wurden.

Als man, wohl zuerst in China, den als Malerfarbe geschätzten Zinnober kennenlernte und beim Rösten daraus blinkendes lebendes Metall auftreten sah, knüpfte man sogleich phantastische Betrachtungen daran und benutzte es als Lebenselixier, um Leben zu schaffen und das

Leben zu verlängern. Als man gar beim Schmelzen von Blei nach dem beständigen Abschöpfen der gelben Bleiglätte hin und wieder einen Rückstand von Gold erhielt, das sich durch nichts mehr verändern ließ, da tauchte der Gedanke an die Unsterblichkeit auf und das Gold ward ihr Symbol. Man suchte es dem Körper einzuverleiben und fertigte aus ihm Speise- und Trinkgefäße. Die chinesischen Kaiser haben oft genug unter der Wirkung solcher Lebenselixiere und Metallkuren einen unnatürlichen Tod erfahren. Noch heute haben wir im Danziger Goldwasser eine Reminiszenz an jene Epoche.

Die Alchimisten jagten dem Stein der Weisen nach, dem Stoff, der alle Körper in Gold verwandeln sollte, bis Paracelsus erklärte, die Chemie sei nicht dazu da, um Gold herzustellen, sondern Heilmittel zu machen. Die Auffindung gold- und silberähnlicher Legierungen und Bronzen verführte oft zur Falschmünzerei, aber bei der Unmenge von Tastversuchen kam doch die eine oder andere hübsche Entdeckung zum Vorschein. Man kam allmählich vom Staunen zum Betrachten und spürte den inneren Zusammenhängen in den Erscheinungen nach.

Das Staunen ist natürlich immer noch an der Tagesordnung.

Als der Chemiker das Kalium rein dargestellt hatte und dem Laien zeigte, daß es in Wasser geworfen, dasselbe entzündete, mußte derselbe natürlich ob der ganz unerwarteten Erscheinung höchst bestürzt werden, ebenso darüber, daß aus dem gewöhnlichen Ton ein ganz leichtes Metall, das Aluminium, hervorgezaubert werden konnte, oder aus dem gewöhnlichen Kalk das Kalzium, aus selteneren Erden wieder andere Metalle mit andern kuriosen Eigenschaften. Das Cer mit Eisen vermischt und zu Zündsteinen verarbeitet, läßt beim Reiben derselben auf einer Feile meterlange Funkenbündel daraus hervorschießen. Das Magnesium verbrennt mit greller weißer Flamme (Magnesiumpulver für Blitzlichtaufnahmen). Barium, aus dem Schwerspat gewonnen, in kaltes Wasser geworfen, erhitzt sich beträchtlich. Das Gallium schmilzt in der hohlen Hand und wird nicht wieder fest. Das Lithium, halb so leicht wie Wasser ist knetbar. Das Osmium, doppelt so schwer wie Blei, verflüchtigt sich schon bei Zimmertemperatur nach Aufnahme von Sauerstoff. Titan macht Silizium so hart, daß man mit daraus hergestellten Messern Diamanten wie Äpfel zerschneiden kann. Stangen von Kadmium und Zinn „schreien", sobald sie gebogen werden; ebenso das Thallium. Das an der Luft sich verflüchtigende Rubidium ist das weichste Metall, läßt sich selbst bei 10° Kälte noch kneten.

Aber auch die Entdeckung der übrigen Elemente und ihrer Verbindungen brachte ebensoviel Überraschungen. Auf die Möglichkeit, aus unedlen Metallen edles zu gewinnen, hat die neuere physikalisch-chemische Forschung hingewiesen. So wurde durch unentwegte wissenschaftliche Arbeit ein Geheimnis nach dem andern enträtselt.

In dem Maße, als man nicht mehr an Wunder glaubte, die ein Umwerfen der Naturgesetze voraussetzen, setzte ein Vertiefen in dieselben ein. An Stelle des Wundergläubigen trat der Forscher, der sich nicht genug wundern konnte über das verwickelte Spiel der Naturkräfte.

Man lernte die Grenzen unseres Erkennens begreifen und wurde dementsprechend bescheiden, ohne darauf zu verzichten, über das Sichtbare hinaus zu spekulieren.

Nachdem das Mikroskop uns gestattete, noch lebende Mikroben von $^1/_{10000}$ mm Durchmesser zu erkennen, z. B. den Micromonas progrediens, der als Erreger einer Kaninchenkrankheit eine Rolle spielt, so berechnete man, daß eine solche Mikrobe immerhin noch 30000 Eiweißmoleküle besitzen dürfte. Eine im Ultramikroskop noch aufleuchtende, im Durchmesser erheblich kleinere Mikrobe würde vielleicht nur noch 30 Eiweißmoleküle enthalten. Diese Zahl ist so gering, daß ein solcher Organismus der Grenze der Lebensmöglichkeit nahestehen muß.

Über die Moleküle hinaus spekulierte man auch über den Bau der Atome und kam hier zu dem Schluß, daß diese Weltsysteme im kleinen seien, Sonnensysteme mit einem Zentralkörper, um den in bestimmten Abständen Elektronen kreisen. Also Makro- und Mikrokosmos in ihrem Aufbau von ähnlicher Struktur. Wie aus den großen Sonnensystemen gelegentlich Teile in den Weltenraum herausgeschleudert werden — Meteoriten —, so ist auch das kleine System nicht beständig; es strahlt Partikel aus, die Plank „Quanten" nennt und von denen er annimmt, daß sie ruckweise austreten, je nach der Temperatur- und Lichtstrahlung in verschiedener Menge. Die Quantentheorie erlaubte zu berechnen, wie weit die rotierenden Elektronen vom Kern entfernt sein können, wieviel Umläufe in der Sekunde möglich sind — vielleicht Billionen — u. a. m. Nernst nimmt an, daß der Äther die letzte Einheit ist, aus der sich die Atome aufbauen lassen. Wenn auch diese Atomsynthese aus Äther noch nicht beobachtet und erwiesen, so handelt es sich doch um eine Arbeitshypothese, die der Forschung bisher schon großen Nutzen gebracht hat. Es ist sicher, daß das Zerstäuben der Atome doch nicht schließlich zu einem „Nichts" führt, sondern daß die Welt weiter bestehen kann im Wechsel von Analyse und Synthese der Atome.

Der Wechsel ist ewig und stets mit Bewegung verknüpft — ein Gedanke, den schon Aristoteles in die Form kleidete: die Bewegung ist ohne Anfang und ohne Ende. Nach ihm war der Urgrund aller Bewegung etwas Immaterielles: der Geist, das ewig nur sich selbst denkende Denken: Gott. Das Zentraldogma der griechisch-alexandrinischen Philosophie war das Problem der Urmaterie. Demokrit lehrte die Zusammensetzung der Materie aus kleinsten, nicht weiter teilbaren Atomen, die kein Inneres mehr aufweisen und wegen ihrer Kleinheit unsichtbar sind. Selbst die Seele bestehe aus einem Aggregat von besonders feinen, glatten und kugelförmigen Atomen, welche feuriger Natur und durch den ganzen Körper verteilt seien. Teile derselben werden, solange das Leben währt, durch Ausatmen an die Luft abgestoßen, durch das Einatmen aus derselben als Ersatz aufgenommen. Wir sehen an der Atomlehre, wie sich alte Spekulationen und neue Wissenschaft mehr oder weniger wieder zusammengefunden haben.

2. Licht, Luft und Leben.

Das Leben spendende Licht bezieht unsere Erde von der Sonne. Ihr müssen wir vorerst eine kurze Betrachtung widmen.

Ununterbrochen strahlt von der Sonne ein beinahe zylindrisches Strahlenbündel von mehr als 6 Millionen Meter Halbmesser und etwa 301 Billionen Quadratmeter im Querschnitt auf die Erde und spendet eine Energie, die durch 260 Millionen unausgesetzt tätige — oder durch $3 \times 260 = 780$ Millionen sich alle 8 Stunden ablösende — Arbeitspferde kaum geleistet werden könnte. Jeder Quadratmeter Erdoberfläche empfängt in einer Minute 26 Kalorien. Eine 25 mm dicke Eisschicht kann durch sie in 3 Stunden geschmolzen und zum Sieden gebracht werden.

Die Sonne. 188000 geographische Meilen mißt der Durchmesser dieser weißglühenden Kugel, in der eine Temperatur von mindestens 6000—7000° C herrscht. Die Annahme eines glühenden festen oder flüssigen Kerns mit weißglühender Oberfläche (Photosphäre) sowie einer gasförmigen Hülle von über 1600 Meilen Höhe, von der die untersten 100 Meilen erfüllt sind mit den in Gasform übergeführten Elementen Na, Ca, Ba, Mg, Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, Sr, Cd, Co, Mg, Al, Ti usw., die oberen 1000 Meilen aber wesentlich aus Wasserstoff und Helium bestehen sollen, hat in neuerer Zeit manche Einwände erfahren. So nimmt die Schmidtsche Sonnentheorie an, daß die Sonne ein leuchtender Gasball mit von innen nach außen beständig abnehmender Dichte sei.

Die höheren Schichten des Sonnenballes werden von Stürmen und Zyklonen heimgesucht, die wieder die Erscheinungen der Sonnenflecken, Fackeln und Protuberanzen hervorrufen. Durch die Spektralanalyse ist der Nachweis, daß die Sonne aus denselben Stoffen wie unsere Erde besteht, erbracht und damit die Ansicht der Astronomen, daß die Erde aus der Sonne hervorgegangen, wesentlich erhärtet worden. Als man das Spektrum verschiedener Gase in glühendem Zustand untersuchte, fand man im Gegensatz zu dem kontinuierlichen Farbenspektrum fester und flüssiger glühender Körper nur voneinander getrennt stehende farbige Linien. Dieselben Linien zeigt auch das Sonnenspektrum, nur mit dem Unterschied, daß sie hier dunkel waren.

Kirchhoff und Bunsen begründeten 1859 die Spektralanalyse mit dem Nachweis, daß jedes chemische Element sein eigentümliches, von allen übrigen genau zu unterscheidendes Spektrum gebe. Da diese Linien im Spektrum immer an der gleichen Stelle austreten, sind sie für die Orientierung in demselben von großem Wert, da man sonst gar nicht in der Lage wäre, eine bestimmte Stelle in einer Farbe genau zu bezeichnen. Bei der Zerlegung des weißen Sonnenlichtes durch ein Prisma erweist sich das rote Licht weniger brechbar als das blaue. Da die Brechbarkeit des Lichtes von der Wellenlänge abhängt, so zwar, daß weniger brechbares Licht eine größere, mehr brechbares eine kleinere Wellenlänge hat, so folgt, daß das Rot am obersten, der lichtbrechenden Kante des Glasprismas nächsten Ende des Spektrums die größte und das Violett am untersten Ende die kleinste Wellenlänge hat. Die Frauenhoferschen Linien, so werden die dunklen Linien genannt — ihre Zahl übersteigt mehrere Tausend —, können also dazu dienen, Licht von ganz bestimmter Wellenlänge zu bezeichnen. Die für das Natrium charakteristische Linie D entspricht z. B. der Wellenlänge 589,5 millionstel Millimeter.

Es gibt außer den für uns sichtbaren noch unsichtbare Strahlen jenseits des Rot und Blau. Die ultravioletten Strahlen, die Wellenlängen bis etwa 332 $\mu\mu$ herab aufweisen, sind neuerdings ihrer Heilwirkung wegen vielfach angewandt. (Schottsche Uviollampe, Heraeussche Quarzlampe.) Sie besitzen auch einen richtunggebenden Einfluß auf die Bewegungen vieler Tiere.

Solange der Grund und Boden noch glühend heiß war, dehnte sich die Atmosphäre ungeheuer aus, indem nicht bloß die Wassermassen der heutigen Meere, sondern auch die damals noch nicht an Kalk, Magnesia u. dgl. gebundenen Kohlensäuremengen sie anschwellen ließen. Ge-

waltige barometrische Drucke müssen damals geherrscht haben. Bei hohen Drucken nehmen manche Stoffe ganz andere Eigenschaften an. Bridgmann konnte bei 12000 Atm. Druck und bei 200° Phosphor in eine schwarze, graphitähnliche Form überführen, die nicht mehr verbrennlich und um 50% dichter als gewöhnlicher Phosphor ist.

Bei dem gleichen Druck wird Paraffin und weicher Kautschuk härter als weicher Stahl.

Eine hohe Atmosphäre mit viel Wasserdampf ließ natürlich kein Licht bis zur Erdoberfläche durchdringen. Später erst kam eine Dämmerung auf und wurde auch zeitweise eine rötliche Scheibe am Himmel sichtbar.

Die roten Lichtstrahlen haben von allen Lichtsorten der Sonne, die uns der Regenbogen verrät, die durchdringendste Kraft. (Rote Signallichter!) Und gerade sie genügen schon, um die wichtigsten Lebenskräfte in der Pflanze zu wecken; sie gerade sind von der Pflanze am meisten begehrt.

Aus diesem Grunde gönnen wir unseren Blumen gern das Morgenrot und die Morgensonne mit ihrer Fülle roter Strahlen, aus diesem Grunde fühlen sich soviele Pflanzen auch im Norden noch ganz heimisch, wo die am Horizont wandernde Sonne unablässig während eines halben Jahres ihren Purpur ausstrahlt.

Nehmen wir an, daß jede Farbe des Sonnenlichtes je 1000 Einheiten enthalte beim Eintritt in die uns umgebende Atmosphäre. Die verschiedenen Farben werden ganz verschieden absorbiert, gemäß der Dicke der Schicht, die bei tiefstehender Sonne natürlich größer ist, als wenn die Sonne im Zenit, also über unseren Häupten, steht. Nach Brasseur gelangen von jeder Farbe nachfolgende Einheiten auf die Erde:

			bei 90°	bei 7° 30′ Sonnenhöhe
Rot	bis Spektrumslinie	*B*	945	550,
Orange	„ „	*C*	910	480,
Gelbgrün	„ „	*D*	865	425,
Grün	„ „	*E*	805	170,
Blau	„ „	*F*	735	85,
Violett	„ „	*H*	510	0.

Das Rot der Sonnenscheibe bei Sonnenaufgang und -untergang findet so seine Erklärung. Die hier angeführten Absorptionsverhältnisse muß der Photograph, der im Freien Aufnahmen machen will, berücksichtigen.

Indem die grüne Pflanze nun das Licht verschluckt, macht sie sich die in seinen Schwingungen liegende Kraft zu eigen. Die kleinen Stärkekörnchen, die sich im belichteten Blatt bilden, sind die Akkumulatoren, in denen die Sonnenkraft aufgespeichert bleibt. Ob aus dieser Stärke Zucker entsteht oder Fett oder Zellulose oder Holzsubstanz, aus jedem dieser Umwandlungsprodukte können wir die Sonnenkraft wieder gewinnen, sei es in Form von Licht oder Wärme.

Wenn unter dem Kessel neue Kohle aufgeschüttet wird, werden jene Kräfte wieder frei, welche die Pflanze der Steinkohlenperiode mühsam im Laufe von Monaten und Jahren der Sonne abgerungen hatte.

Die Sonnenwärme kommt hauptsächlich durch Verbrennen von Wasserstoff, durch Kontraktion der ganzen Sonnenmasse und durch Ausstrahlungen radioaktiver Substanzen zustande. 1 g Wasserstoff

liefert 34000 Kal., 1 g Steinkohle nur 7000, 1 g Radium aber 2000 Millionen, d. h. 300000 mal so viel als Steinkohle. Es erscheint wahrscheinlich, daß der radioaktive Zerfall durch den hohen Kontraktionsdruck eingeleitet oder befördert wird und so die äußere Sonnenatmosphäre beständig der Beschießung durch Kernteile und Elektronen ausgesetzt ist, die Gasionisationen hervorrufen.

Das Fehlen des Stickstoffspektrums in der Sonnenstrahlung wäre demnach so zu deuten, daß das Stickstoffatom durch das α-Teilchenbombardement aufgespalten wird. (Loring.)

Nach Svante Arrhenius sollen seit 1000 Millionen Jahren Organismen auf der Erde existieren. Während dieser Zeit muß die Sonne ziemlich unverändert zur Außenwelt Wärme ausgestrahlt haben.

Als Energiequelle wurde neuerdings auch erkannt die Wiedervereinigung der Elektronen mit den positiven Kernen der Atome. Diese gibt Wärmemengen, welche den Wärmeverlust der Sonne während etwa 1000 bis 2000 Millionen Jahren ausgleichen können.

Dasselbe sagt die Proustsche Hypothese, die eine unter Gewichtsabnahme (von etwa 0,8%) vor sich gehende Zusammenballung von Wasserstoffatomen zu schwereren Atomen annimmt; sie würde während 81 Milliarden Jahren den Wärmeverlust der Sonne haben decken können.

Von der Sonnenstrahlenenergie bezieht die Erde nur $^1/_{2500}$ millionstel und doch bildet diese kleine Energiemenge gleichsam das Wasser auf die Mühle unseres gesamten Naturwirtschaftsbetriebes. Es bilden sich in diesem jährlich etwa 32 Milliarden Tonnen Pflanzentrockensubstanz, die beim Verbrennen rund 48 Millionen Tonnen Kohlensäure = $^1/_{50}$ der in der Atmosphäre vorhandenen neben 128 Trillionen Wärmekalorien (4000 pro g) liefern würden. R. Luther hat den täglichen Verbrauch an Sauerstoff durch Menschen, Nutztiere und Maschinen auf mehr als 4 Milliarden Kilogramm berechnet. Zur künstlichen Erzeugung dieser Sauerstoffmenge aus Kohlensäure wären täglich mindestens 15 Millionen Pferdekräfte erforderlich. Diese Arbeit leisten uns die roten bis gelben Strahlen des Sonnenlichts in der grünen Pflanze.

Wenn wir grüne Blätter sammeln und in Spiritus tauchen, so bekommen wir eine smaragdgrüne Lösung, die kein rotes Licht durchläßt; wohl aber erscheint eine blutrote Färbung auf der belichteten Seite. Also das Blattgrün oder das Chlorophyll, wie wir es auch nennen, ist die bedeutsame Substanz, mittels welcher die Pflanze die Sonnenkraft auffängt, die im leuchtenden, roten Teil des Spektrums gegeben ist.

Nun verstehen wir auch, weshalb jeder junge Keim, welcher aus dem Boden hervorlugt, sich so schnell wie möglich grün färbt, weshalb alle Pflanzen, wie verschieden sie auch später in ihrer Blütenpracht sein mögen, doch gerade die grüne Farbe zuerst nicht missen wollen.

Das Grün des Frühlings hat den Vortritt; die anderen Farben, mit denen die Flora sich schmückt, kommen erst später zur Entfaltung,

wenn das Heer der Bienen, Hummeln, Schmetterlinge und anderer Honigliebhaber unter den Insekten mobil geworden ist.

Nur in den Seen und Teichen bleibt es zumeist grün: die untergetaucht lebenden Algen brauchen jene Geschöpfe nicht und haben daher keine Veranlassung, besondere Lockfarben anzunehmen.

Aber nicht nur auf dem Lande und in dessen verhältnismäßig seichten Gewässern offenbart sich die schöpferische Tätigkeit des Lichtes; auch draußen im Weltmeer gibt es ungezählte Pflanzenkeime, die es begierig aufsaugen. Allerdings sind diese im Gegensatz zu den oft riesengroßen Landpflanzen fast nur von mikroskopischer Kleinheit. Aus der Menge der jährlichen Fischernten hat man berechnet, daß z. B. die Ostsee ebensoviel Pflanzensubstanz erzeugt, als wie ein gutes Weideland von gleicher Fläche zu liefern vermag. Daß die Meerespflanzen besondere Einrichtungen aufweisen müssen, um sich schwebend erhalten zu können, versteht sich von selbst.

Wenn auch die Pflanzensubstanz im Meer verhältnismäßig dünn gesät ist, so darf doch nicht außer acht gelassen werden, daß das Tageslicht einige hundert Meter tief eindringt. Die photographische Platte hat uns diese Tatsache, die ein lebender Mensch[1]) nimmermehr in dieser Tiefe hätte ermitteln können, mit Leichtigkeit feststellen lassen. Nach Collet sind bis 500 m Tiefe alle roten Strahlen absorbiert, bei 1000 m sind noch blaue und ultraviolette Strahlen, bei 1700 m nichts mehr nachweisbar.

Die Abnahme der Lichtstärke innerhalb des Wassers geht sehr schnell vonstatten. Nach Untersuchungen von Linsbauer am Traunsee beträgt dieselbe

bei 0,5 bzw. 1,	2,	3,	5,	10 m Tiefe
nur noch 29 bzw. 19,	4,2,	3,	1,4,	1 %

derjenigen des auffallenden Lichtes (= 100).

Die roten Lichtstrahlen wurden hier am meisten absorbiert, während die blauvioletten am tiefsten eindrangen. Diesen eigenartigen Lichtverhältnissen haben sich die Pflanzen dadurch angepaßt, daß sie einerseits bei der Assimilation mit einer sehr geringen Lichtintensität sich abfinden (manche solcher angepaßten Formen vertragen gar nicht eine stärkere Beleuchtung) und anderseits unter dem Einfluß der veränderten Lichtfarbe bestimmte Farbstoffe bilden, welche, wie z. B. bei den verschiedenen Meeresalgen und Tangen, der vorherrschenden Lichtfarbe komplementär sind. Daß die Farbe des Wassers für die Lichtabsorption auch eine bedeutende Rolle spielt, ist wohl selbstverständlich. Chemisch reines Wasser in einer $1^1/_2$ m hohen berußten Glasröhre läßt ein weißes, auf dem Grunde liegendes Porzellanstückchen prächtig blau erscheinen. In Eishöhlen bei Gletschern erscheint das Eis blaugrün. Die Wässer mancher Seen enthalten jedoch auch Algenfarbstoffe, Humussubstanzen usw. gelöst, welche die Lichtabsorption in andere Bahnen lenken.

[1]) Ein Mensch kann schon in einer Tiefe von 60 m nur ganz kurze Zeit ohne Schaden unter dem gewaltigen Druck von sechs Atmosphären verweilen.

In den 10 cbm Luft, die der Mensch täglich einatmet, sind 78,5 % Vol. Stickstoff neben 21 % Sauerstoff und kleinen Mengen Kohlensäure (0,003 %) und Argon und Spuren von Wasserstoffsuperoxyd, Salpetersäure, salpetrige Säure und Ozon enthalten.

In Bergwerken und Schiffsladeräumen ist ein Herabsinken des Sauerstoffes auf 14 bis 13 % beobachtet worden; erst bei 10 % Sauerstoff ist eine Schädigung anzunehmen, unterhalb 7 % ist plötzlicher Tod zu gewärtigen.

2 % Kohlensäure können längere Zeit, 5 % nur vorübergehend vertragen werden. Der Tod erfolgt bei etwa 14 % oder, wenn reichlich Sauerstoff vorhanden, erst bei 40 % Kohlensäure. Bei sinkendem Luftdruck wird sich die Kohlensäure aus dem Boden der Luft beimischen bis 0,05 %; in Versammlungsräumen steigt sie etwa bis 0,07 %, in Gärkellern bis 1 % an. Menschenluft erregt Ekel; es wird angenommen, daß infolge dieses Ekels die Atmung flacher und daher die Blutzirkulation ungünstig beeinflußt wird.

Da neuere Versuche ergeben haben, daß mit steigender Kohlensäuremenge in der Luft eine Zunahme der Atmungstiefe eintritt, müssen also andere Stoffe der menschlichen Atmungsluft den Ekel erzeugen. Stündlich erzeugt der Mensch etwa 20 Liter Kohlensäure.

Ein nicht arbeitender Mensch von 70 kg Körpergewicht gibt in 24 Stunden 427 Liter Kohlensäure ab, ein anstrengend arbeitender das Fünffache, ein völlig ruhender das Einhalbfache aus. Die in Berlin lebenden 3,8 Millionen Menschen und 147200 Tiere geben täglich 1580 Millionen Liter Kohlensäure her auf einer Fläche von 87382 ha; pro Quadratmeter 1,8 Liter. Durch Verbrennen von 1,2 Millionen Tonnen Steinkohle und 0,87 Millionen Tonnen Braunkohle und 0,12 Millionen Tonnen Brennholz im Jahre 1919 gelangten noch 733000 Millionen Liter Kohlensäure in die Luft (täglich pro Quadratmeter 2,298 Liter) und 22133 Millionen Liter (täglich pro Quadratmeter 0,069 Liter) schweflige Säure. Diese macht die Bausteine und Denkmäler vorzeitig schadhaft, ebenso die Zinkrinnen an den Häusern und die Kupferdrähte der Telegraphenleitungen. Der Sandstein am Kölner Dom ist bedeutend schneller verwittert als der von gleichaltrigen Schlössern, die in waldiger Umgebung gebaut sind. Man schützt Leitungsdrähte in Städten durch dünne, säurefeste Überzüge. Steinkohle enthält im Mittel 1,2 % Schwefel, Braunkohle 2 %. (Hähnel, Z. f. angew. Chemie 1922, Nr. 86, S. 618.)

Aus verschlucktem Licht allein entsteht aber noch kein Zucker, keine Stärke, auch wenn noch soviel Blattgrün zugegen. Es muß also noch ein anderer Faktor bei der Bildung dieser Stoffe eine Rolle spielen. Die Kohlensäure in der Luft und im Wasser ist dieser Faktor. Bei dem chemischen Vorgang der Verarbeitung der Kohlensäure wird Sauerstoff freigemacht, jener Stoff, der für unsere Atmung unumgänglich notwendig ist.

Im Liter Luft kommen auf 209 ccm Sauerstoff und 790 ccm Stickstoff 0,3 bis 0,4 ccm Kohlensäure, im Liter genügend durchlüfteten Wassers auf 5,7 ccm Sauerstoff 10,9 ccm Stickstoff und 1,5 ccm Kohlensäure.

Wo der grünen Pflanze das Licht fehlt, wie in der Nacht, da erzeugt sie nicht nur nicht Sauerstoff, sondern verbraucht den vorhandenen zur eignen Atmung. Daher ist die Waldluft nachts nichts weniger als erfrischend; sie ist zu reich an Kohlensäure, ähnlich wie ein Gärkeller; sie wird erst eine Labung für unsere Lungen, wenn die Morgensonne lange genug gewirkt hat. Je weniger Kohlensäure zur Verfügung steht, desto weniger vermag die Pflanze am Tage zu schaffen; je reichlicher ihr davon geboten wird, desto üppiger gedeiht sie. In den dichtbevölkerten und spärlich gelüfteten, dunstgesättigten Wohnungen der armen Leute gedeihen die Zimmerpflanzen besser als im Salon der reichen mit seiner reinen und trockenen Luft. Hugo Fischer weist auf die Begasung mit Kohlensäure als wichtiges Förderungsmittel der Pflanzenerzeugung hin und hat zunächst in Gewächshäusern auffallende Erträge erzielt. Für unser Deutschland ist es wichtig, daß die vorwiegenden Westwinde uns die gewaltigen Kohlensäuremengen der rheinisch-westfälischen Kohlengebiete ins Land führen und so den östlichen Waldgebieten besonders viel Nahrung zuführen.

Obwohl schon 1837 Albrecht Thaer betont hat, der Hauptwert organischer Düngung liege in der Entwicklung von „kohlensaurem Gas", das an die Blätter herantrete und von ihnen aufgenommen werde, hat die Kohlensäurefrage doch erst durch Hugo Fischer eine kräftige Förderung erfahren mit Unterstützung der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G. in Horst a. Ruhr, wo nach einem Herrn Dr. Riedel patentierten Verfahren die Abgase eines Hochofens für Pflanzenkulturen nutzbar gemacht werden. Was ein kleiner Hochofen täglich an Kohlen verbraucht, entspricht umgerechnet dem Stärkegehalt von 30000 Ztr. Kartoffeln (nach der Formel $C_6H_{10}O_5$ und bei 18% Stärke), ein großer Hochofen leistet das Drei- bis Vierfache. Die Hochofengase sind verhältnismäßig rein, nur Staub und schädliche Kohlenwasserstoffe müssen daraus entfernt werden. Den Kohlenstoff enthält das Abgas infolge unvollkommener Verbrennung größtenteils als Kohlenoxyd CO, das erst zu CO_2 weiter verbrannt werden muß, was z. T. schon im Betriebe geschieht, wo die brennbaren Abgase dazu dienen, in den Vorwärmern die in den Hochofen eintretende Luft zu erhitzen. Das kohlensäurereiche Gas wird, mit Luft vermischt, von einem großen, elektrisch betriebenen Ventilator in ein Röhrensystem gepreßt und so über Glashäuser und Freiland verteilt. Zur Zeit stehen 1170 qm unter Glas. An Freiland stehen 4 ha (16 Morgen) zur Verfügung. In den Glashäusern wurde 1917 unbegast eine Tomatenernte von 100, begast von 275 erzielt. Von am 23. Januar 1919 in Töpfe gesäten Buschbohnen konnten im begasten Hause vom 25. März an bereits die schnittreifen Hülsen geerntet werden, als die Pflanzen im unbegasten Haus sich erst zum Blühen anschickten.

Auffallend, namentlich an den begasten Tomaten- und Mohnpflanzen ist die dunkle, bläulichgrüne Farbe des Laubes. 1917 wurden in zwei Parallelhäusern Gurken geerntet unbegast 100 : 170 begast.

Im Freiland war das Verhältnis bei Spinat 100 : 250, bei Kartoffeln

100:280, bei Lupinen 100:290, bei Gerste 100:200 (nicht mehr reif geworden; die Zahlen beziehen sich auf das Pflanzengewicht). Die behandelte Gerste stand Anfang November nahe vor der Blüte, die unbehandelte war noch kaum am Schossen. 1918: Kartoffel 100:421, die größte Knolle unbegast wog 180 g, begast 320 g. Obwohl die Versuche noch in den Anfängen stecken, ist das Resultat: es geht. Wie es aber am besten zu machen, muß noch im einzelnen ausprobiert werden.

Auch die Kohlensäure der Kalköfen und die Gärungskohlensäure sollten nutzbar gemacht werden. Wie hätten uns erhöhte Ernten im Kriege genützt! Warum waren wir rückständig? Fischer gibt folgende Antwort: „Weil, dank einer ganz einseitigen Schulbildung unter den Maßgebenden, selten ein Mann zu finden ist, der in einer naturwissenschaftlichen Frage ein eigenes unbefangenes Urteil hat. Soll man urteilen, dann muß man Sachverständige befragen; und was das bedeuten will, dafür weise ich auf Kolumbus, die erste Eisenbahn und auf Gregor Mendel hin. Alles, was in der Naturwissenschaft neu (oder wieder neu) ist, kommt so in eine üble Lage. Denken wir uns, das Schießpulver wäre noch unbekannt und es käme jemand zum Kriegsminister: „Ich bin einer Erfindung auf der Spur, so und so, welche die ganze Kriegführung umgestalten und derjenigen Seite, welche in ihrem Besitz ist, ungeheure Vorteile gewährleisten wird; ich brauche aber zur Durchführung der Sache ein kleines Laboratorium mit geeigneter Einrichtung usw." Und der Minister, nachdem er noch einige Fragen gestellt, spräche zu ihm: „Schön, was Sie brauchen, sollen Sie haben! Gewinnen Sie nur erst mit Ihrem »Pulver« ein paar Schlachten und erobern Sie einige Festungen, dann soll die Errichtung Ihres Laboratoriums sofort . . in wohlwollende Erwägung gezogen werden." (Angewandte Botanik, Heft 5 bis 7, Band 1.)

Nur unter besonderen Umständen können grüne Pflanzen auch ohne Kohlensäurezutritt gedeihen.

Boehm zeigte, daß Blätter auf einer Lösung von Traubenzucker auch im Dunkeln Stärke zu bilden vermögen.

Keimpflanzen und Sprosse höherer Pflanzen bilden auch bei Ausschluß von Kohlensäure Stärke, wenn man ihren Wurzeln organische Kohlenstoffnahrung darbietet.

Nach Lefèvre gedeihen Blütenpflanzen, sobald sie ein gewisses Alter erreicht haben, in völlig kohlensäurefreier Luft gut, ja sogar besser als die Kontrollpflanzen unter den gewöhnlichen Vegetationsbedingungen, wenn ihnen Amide, wie Tyrosin, Leuzin, Alanin, Glykokoll usw., als Nahrungsmittel dargeboten werden. Wurden die Amide als Nahrung fortgelassen, so gingen die Pflanzen rasch zugrunde.

Bemerkenswert war die Beobachtung, daß zu junge Pflänzchen die Entziehung der Kohlensäure nicht vertrugen; sie starben bald ab.

Molliard hat Radieschen mit Zucker gefüttert und beobachtet, daß die Pflanzen sehr wohl mit diesem auskamen.

Sie kamen in den Versuchszylindern sogar teilweise zum Blühen, bildeten allerdings keine Samen. Die Blattneubildung war eine um so stärkere, je größere Zuckermengen den Pflanzen zur Verfügung standen; besonders stark wurde die Zuckeraufnahme, wenn außer Traubenzucker noch Asparagin dargeboten wurde; allerdings war starke Zuckerassimilierung nur im Licht zu beobachten. Auf alle Fälle kann jetzt die alte Meinung als widerlegt gelten, daß die grünen Pflanzen nur von der Luft leben können; sie haben

vielmehr dieselben Fähigkeiten wie die nichtgrünen Pflanzen, von organischen Stoffen leben zu können, nur machen sie unter normalen Umständen von dieser Fähigkeit keinen Gebrauch. Sabalitschka konnte bei der Kapuzinerkresse und der Wasserpest durch Formaldehyd bei Ausschluß von Kohlensäure im Dunkeln Stärkeansammlung in den Blättern erzeugen. Das Formaldehyd wird also im Blatt polymerisiert. Danach gewinnt auch die Bayersche Assimilationshypothese, nach der Formaldehyd ein Zwischenprodukt bei der Umwandlung der Kohlensäure zu Stärke sei, an Wahrscheinlichkeit. (Ch. Ztg. 1922, Nr. 14.)

3. Die Pflanze als Wärme- und Kraftspeicher.

Die Entstehung der Steinkohle. Wenn wir die ungeheuren Steinkohlenwälder in Betracht ziehen, die in der Erde begraben liegen und noch 100 Jahre lang reichen sollen, obwohl jährlich etwa der 290 fache Raum der Cheopspyramide an Kohlen verbraucht wird, dann kommt uns wohl der Gedanke, daß in jenen Zeiten üppigsten, ungestörten Gedeihens der Pflanzenwelt die Luft mehr Kohlensäure enthalten haben mag als unsere heutige Atmosphäre, und daß jene Wälder mit dazu beigetragen haben, uns eine reinere Atmosphäre zu schaffen.

Verhältnismäßig blattarme Pflanzen, wie die Schachtelhalme, konnten damals zu Riesen anwachsen, wohingegen unsere heutigen Schachtelhalme trotz wenig veränderten Baues nur noch Zwerge sind. Die Laubhölzer, welche erst lange nach der Steinkohlenzeit auftraten, weisen in ihrem Blattwerk eine immer größere Oberflächenentwicklung auf, die sie befähigt, der dünner verteilten Kohlensäure besser habhaft zu werden. Und was ist nach der Steinkohlenzeit noch an Kohlensäure weggenommen worden durch die zahllosen Generationen von Meerestieren, welche die ausgeatmete Kohlensäure an Kalk gebunden in ihren Schalen oder Skeletteilen aufspeicherten! Die lange Kette der Kalkgebirge, die unseren Alpen im Süden und Norden vorgelagert ist, ferner die Höhenzüge des Schweizerischen, Schwäbischen und Fränkischen Juras, die Kreide-Inseln der Ostsee, sie enthalten unermeßliche Mengen Kohlensäure gebunden.

Früher hielt man die Steinkohle, von der im Jahre 1903 auf der Erde 875 Millionen Tonnen (zu je 1000 kg) gewonnen wurden (162 Millionen davon allein in Deutschland), für ein Mineral in dem Sinne etwa wie Quarz, Glimmer u. dgl., also ebenso entstanden. 1838 erbrachte der Botaniker Heinrich Friedrich Link erst durch mikroskopische Untersuchungen den Nachweis, daß die Steinkohle ebenso wie Torf zusammengesetzt sei insofern, als es sich bei beiden um eine mehr oder weniger homogene Grundmasse handelt, in der figurierte Partikelchen eingebettet liegen. Man fand außerdem in der Kohle selbst Abdrücke u. dgl. von Pflanzenresten, besonders deutlich aber in dem Hangenden und im Liegenden der Kohlenlager, und zwar in einer Weise, wie wir heute die Pflanzen etwa in einem Herbarium ausgebreitet sehen, so daß also die Annahme eines weiten Transportes ohne weiteres ausgeschlossen ist und es überhaupt den Eindruck macht, als seien die Objekte an Ort und Stelle dort eingebettet. Dann kommt aber noch dazu, daß man sehr häufig Holzkohle in der Steinkohle findet.

1866 hatte Friedrich Mohr die Tangtheorie aufgestellt: Die großen, losgerissenen Tangmassen (man denke an die Sargassumwiese im Atlantischen Ozean, die Kolumbus schon durchfuhr und die Hunderte von Quadratmeilen bedeckt) sollten untersinkend in Tausenden und Abertausenden von Jahren sich zu Humusmassen anhäufen, die endlich zu Kohlenlagern würden.

Bei Dretschungen im Meer haben sich aber solche Humusbildungen nicht nachweisen lassen.

Viele Anhänger hat die Anschwemmungs-(Transport-)Theorie gefunden, die 1883 von Gümbel in München als Allochthonie bezeichnet wurde. Neben dieser kam noch die Torftheorie auf, die als Autochthonie bezeichnet wurde.

Die organische Substanz unterliegt im Wasser entweder der Verwesung oder der Vermoderung, der Vertorfung oder der Fäulnis.

Der Humusboden stagnierender Gewässer gibt den sogenannten Faulschlamm, in welchem alle Tier- und Pflanzenformen mehr oder weniger gut erhalten bleiben. In der Havel ist z. B. bei Schildhorn solcher Faulschlamm bei niedrigem Wasserstand auf weite Strecken des Ufers hin sichtbar. Die Havel ist weiter nichts als der langsam fließende Verbindungsweg zwischen den einzelnen Gliedern einer Seenkette.

Wenn, wie in der Havel, zu dem Faulschlamm noch Sand, Kalk und Ton hinzukommen, muß man eigentlich von Faulschlammgestein reden.

Wir haben in Norddeutschland Seen, die so weit mit Faulschlammgestein erfüllt sind, daß sie nicht mehr mit Booten befahren werden können. Wenn die Anhäufung eine so beträchtliche geworden ist, daß Sumpfpflanzen sich darauf ansiedeln können, wie Schilf, Schachtelhalme usw., so ist die „Verlandung" des Sees nahe bevorstehend. Ist der Boden einigermaßen tragfähig, zur sogenannten „Schwingwiese" geworden, auf der man leidlich gehen kann, so siedeln sich Bäume an, besonders Erlen, Hartriegel (Cornus sanguinea), Weiden, und es entsteht das Flachmoor, der „Bruch". Solche Erlenbrüche hat z. B. der Grunewald bei Hundekehle aufzuweisen. Sowie nun diese Brüche alt genug sind, d. h. die Torfansammlung so beträchtlich geworden, daß Wasser von außen nicht mehr hineinzudringen vermag, dann ändern sich die Bedingungen für das Pflanzenwachstum ganz wesentlich. Es ist nicht mehr die reichliche Nahrung vorhanden, und die Erlen und Birken, Kiefern u. dgl. gehen allmählich ein, verkrüppeln (Krüppelkiefer), um bedürfnisloseren Pflanzen Platz zu machen, den Heidepflanzen. Aus dem Flachmoor ist ein Hochmoor entstanden, das in der Mitte höher als an den Rändern und nur noch auf nahrungsarmes Regenwasser angewiesen ist.

Ein Teil der Pflanzen hilft sich nun mit Insektenfang, so die Drosera rotundifolia, „Sonnentau", die eine typische Hochmoorpflanze ist. Neben ihr gedeihen noch Ledum palustre, Andromeda polifolia und Vaccinium oxycoccus.

Ein Hochmoor kann aber auch auf Sandboden entstehen, wenn dieser unfruchtbar und ausgelaugt ist (Lüneburger Heide).

Zwischen dem Grunewaldsee und Hundekehle haben wir ein echtes Hochmoor vor uns; bei Paulsborn ein mit Kiefern und Birken bestandenes Zwischenmoor, das in der Nähe des Riemeistersees in ein Flachmoor (Erlenbruch) übergeht. Daß sich mitunter bei der Zersetzung des Faulschlammes mächtige Gasentwicklungen einstellen, beweist das plötzliche Erscheinen einer 70 m langen und 30 m breiten, 2 m hohen Insel im Ögelsee bei Beeskow, die im Herbst 1910 während einer Nacht auftauchte. Die überlagernde Sanddecke wurde an der schwächsten Stelle gehoben und die Gashöhle durch Faulschlamm ausgefüllt, so daß die Insel erhalten blieb.

In der Mitte des Grunewaldsees hat man eine Mächtigkeit des Faulschlamms von 12 m festgestellt, an den Rändern eine solche von 2 m.

Ein Faulschlammgestein ist z. B. das Dysodil (= übelriechend [beim Verbrennen]) aus dem Tertiär; es ist gewöhnlich blättrig, ebenso wie festwerdender rezenter Faulschlamm, der dann Lebertorf heißt; beide brennen mit leuchtender Flamme. Aus Dysodil werden petroleumähnliche Öle gewonnen. Aus der Steinkohlenformation gehört die Kannelkohle zu den Faulkohlen (candle = Kerze); alle drei enthalten kleine Algen- und Wassertierreste, auch Fischreste usw.; allerdings jedesmal meist andere Arten.

Drei Faulschlammgesteine sind besonders bemerkenswert: die Faulschlammkalke, die Kieselgure und gewisse Schlickarten.

Erstere, aus kalkabsondernden Pflanzen (Characeen) gebildet, bieten heute dem Landwirt ein brauchbares Kalkdüngemittel. Beim Bau des Teltowkanals sind solche Kalkfaulschlamme z. B. reichlich hervorgeholt worden. Die Stinkkalke sind fossile Kalkfaulschlamme. Kieselgur ist aus kalkarmen, aber kieselsäurereichen Wassern entstanden durch die Tätigkeit der Kieselalgen. Beträchtliche Lager von solchen sind unter Berlin vorhanden.

Technisch wird die Kieselgur erst verwendbar, nachdem sie wie in Holzmeilern zusammengeschüttet, entzündet und gebrannt worden ist. Reine Kieselgur findet sich in der Natur nur dort, wo nachträglich Zersetzungen und Auslaugungen stattgefunden haben.

Bei den Schlickbildungen gesellt sich dem Faulschlamm noch Tonsediment hinzu.

Die Faulkohlen sind matte Kohlen, die Steinkohlen Glanzkohlen. Steinkohlenlager, die unten aus einer Lage Mattkohlen und oben aus einer Lage Glanzkohlen bestehen, sind so entstanden, daß zuerst Faulschlamm erzeugt wurde und darauf Torf.

Die Mattkohlen, zumeist aus fettreicheren Wasserpflanzen entstanden, sind wasserstoffreich und liefern bei der trockenen Destillation reichlich brennbares Gas, die Glanzkohlen aus fettarmem Torf weniger. Für die Gasfabriken ist die Streifenkohle, die abwechselnd Schichten von Matt- und Glanzkohle enthält, besonders erwünscht; sie entspricht unserem Streifentorf aus Torf und Sapropel, der namentlich dort sich

bildet, wo Torfmoore zeitweise überschwemmt werden, so daß nun auch eine Menge Wasserpflanzen sich über den Torfmooren bilden können.

Da die Bäume der Steinkohlenformation flach sich ausbreitende Wurzeln besaßen, besteht eine Übereinstimmung mit den Bäumen, die auf dem schwankenden Boden unserer heutigen Moore wachsen.

Bei einer Linde u. dgl. würde ein Abschließen der Wurzeln von der Luft ein Absterben bedingen. Unter den Steinkohlenpflanzen wurden Baumfarne gefunden, welche verschieden hoch angelegte Wurzeln zeigen, was beweist, daß sie sich wie die heutigen Moorpflanzen nachträglichen Anhöhungen anzupassen wußten.

Im Liegenden von Steinkohlenlagern findet sich meist ein Gestein das aus dem Wurzelwerk der Pflanzen, die daselbst gewachsen sind, entstanden ist.

Solche Waldböden, die noch mit Stammstümpfen besetzt sind, sind auch in der Braunkohlenformation beobachtet worden, insbesondere im Senftenberger Braunkohlenrevier.

Wie in Torfmooren Wasserströme gewisse Teile aufwühlen und als Häckseltorf wieder absetzen, so ist auch in Braunkohlen und Steinkohlen solche Häckselkohle, „Rieselkohle", zu beobachten.

Die fossilen Steinkohlenmoore sind aus Flachmooren entstanden, die zu vergleichen sind mit den heutigen Erlen- und Birkenbrüchen oder den viele Quadratmeilen umfassenden großen Mooren des südlichen Nordamerika, den Zypressensümpfen, die noch heut zeitweise von Meereswogen und Meeresschlamm überflutet werden.

Das Ruhrgebiet ist in ähnlicher Weise öfters vom Meerwasser überflutet worden. Im Saarbecken dagegen fehlen die Meeresschichten; in ihm sind die Fettkohlen unten, die Magerkohlen oben, umgekehrt wie im Ruhrgebiet. Die niederschlesischen Steinkohlen sind durch das Gebirge vom Meer getrennt gewesen, also im Hinterland gebildet. Das rheinisch-westfälische, variskische Gebirge zog sich durch Belgien und Frankreich bis nach Oberschlesien hin. Auch in Holland sind noch Kohlen nachgewiesen, die sich bis nach England (Kent) erstrecken. Von der deutschen 192 Mill. Tonnen Kohlenförderung kamen vor dem Kriege auf das rechtsrheinische Gebiet 14%, linksrheinisch 1,7%, Saargebiet 9%, Niederschlesien 2,9%, Oberschlesien 22,86%. Von der Weltförderung kamen auf Deutschland 10,8%, auf Großbritannien 17,9%, Frankreich 1,9%, Belgien 1,7%, Rußland 0,5%, Vereinigte Staaten Nordamerika 45%. Während des Krieges ist die Produktion in Nordamerika gewaltig gestiegen. Nach dem Krieg sind Deutschland von 69 nur 11 Gruben geblieben, 49 allein an Polen gefallen. 1921 förderte es nur noch 136 Mill. Tonnen, davon entfielen 94 allein auf das Ruhrgebiet.

In Oberschlesien gibt es Flöze von 16 m Mächtigkeit (Pochhammerflöz), die oberschlesischen Flöze zeigen wenig Verwerfungen und ruhige Lagerungsformen. Im Waldenburgschen senken sich die Flöze bis 1800 m in die Tiefe.

Abb. 1. Eine Landschaft aus der Steinkohlenzeit. (Nach Prof. Dr. Potonié.)

Ähnliche ungestörte Bildungen wie in Oberschlesien weisen die Braunkohlen südlich von Köln auf. Ein Flöz ist von einigen 20 m Mächtigkeit und soll mindestens 130000 Jahre zur Bildung gebraucht haben.

Wie im Spreewald, der der Typus eines Flachmoores ist, gelegentlich Bäume verflößt werden, die Geröll und Sand in ihren Wurzeln führen, so findet man auch in den Steinkohlenlagern gelegentlich solche Gerölle, die nur in Flachmooren, nie in Hochmooren vorkommen. Gerölle können auch durch Tange bei Überflutungen von Küstenmooren eingeführt werden, indem der Tang Steine so umklammert, daß diese mit fortgeschwemmt werden. Auch das Vorkommen von Eisen- und Dolomitmineralien in den Steinkohlen spricht für die Entstehung derselben aus Flachmooren, denn nur in diese fließt etwas zu; aus Hochmooren kann nur Wasser abfließen. Die großen Bäume der Steinkohle können nicht auf Hochmooren, sondern nur in Flachmooren gewachsen sein; jene tragen nur kleine Pflanzen. Die Steinkohlenlager sind zumeist an Ort und Stelle entstanden, also autochthone Bildungen.

Bergius hat Torf oder Zellulose unter Druck mit Wasser auf 250 bis 350° erhitzt und dabei Produkte erhalten, die vollkommen identisch mit natürlichen Steinkohlen waren, sowohl hinsichtlich ihrer Eigenschaften als ihrer Zusammensetzung.

Die beim Übergang von einem Grammolekül Zellulose in Kohle entwickelte Wärme von 70000 Grammkalorien genügt, um 1180° Hitze zu erzeugen, wenn keine Wärme abgeleitet wird.

Die nebenstehend abgebildete Landschaft[1]) der Steinkohlenzeit ist von Potonié auf Grund von Versteinerungen aus dem Saarrevier und dem niederschlesisch-böhmischen Becken entworfen. Wir glauben uns in einen Urwald der Tropen oder subtropischen Gegenden versetzt, der infolge eines beständig feuchten, gleichmäßig warmen Klimas üppig hochgeschossen ist. Wir dürfen uns nicht vorstellen, daß alle die auf dem Bild vorgeführten Pflanzen in jedem Kohlenflöz auch wirklich ein gemeinsames Grab gefunden haben; wir werden vielmehr große Gebiete z. B. nur mit Schuppenbäumen, andere wieder mit Schachtelhalmen bewachsen annehmen müssen. So erfüllt z. B. Equisetites mirabilis in der Regel allein die Schichten des Waldenburger Liegendzuges. Den Holzgewächsen der Steinkohlenzeit fehlen noch die Jahresringe, was auf ein gleichmäßiges Klima hinweist. Auch die Farnkrautgewächse der Steinkohlenzeit sind überwiegend Baumfarne oder kletternde bzw. windende Pflanzen wie die heutigen Tropenfarne. Der Baum links im Vordergrunde mit den zwei gabeligen Verzweigungen ist ein Lepidodendron oder Schuppenbaum mit ziemlich horizontal ausgebreiteten Wurzeln, (charakteristisch für Moorpflanzen). Die Baumstümpfe solcher Schuppenbäume wurden, solange man nicht die Zugehörigkeit beider erkannt hatte, als Stigmarien bezeichnet. Nach Steinmann sind die Schuppenbäume, welche noch bärlappartigen Charakter aufweisen, die Vorfahren der Nadelhölzer. Die Sigillarien, welche rechts im Vordergrunde aufgeschossen sind, sind Siegelbäume, die mutmaßlichen Vorläufer der Kakteen; in der Mitte, etwas im Hintergrunde, befinden sich schachtelhalmartige Calamiten mit stachligen im Quirl stehenden Ästen, die viele Beziehungen zu den heutigen Gräsern und den Casuarinen Australiens aufweisen. Die Farne können als Vorläufer vieler unserer Dikotyledonen gelten. In der Mitte der vorderen Wasserfläche bemerken wir schwimmende Wasserpflanzen, Sphenophyllum, und weiter rechts Sphenophyllum mit Asterophyllitesbeblätterung.

[1]) Vom Verlag Gebr. Borntträger, Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a, in dem Format 170 × 120 cm auf Leinwand gezogen auch koloriert erhältlich.

Ausnützung der Steinkohlen. 100 kg gute Steinkohle liefern in den Gasfabriken etwa 28000 bis 30000 Liter Gas (18 kg), außerdem noch gegen 5 kg Teer und 4 kg Ammoniakwasser sowie 70 bis 75 kg Koks.

Leuchtgas enthält 45,2% Wasserstoff, 35% Methan, 4,4% sonstige Kohlenwasserstoffe, 8,6% Kohlenoxydgas, 4,8% Stickstoff und 2% Kohlensäure.

Der Stickstoff der Steinkohle findet sich nach der trockenen Destillation im Koks zu 50 bis 60%, im Teer (als Cyan) zu etwa 3%, im Gas in freier Form zu 15 bis 25% und als Ammoniak zu 10 bis 20% wieder.

Die Teere enthalten sowohl flüssige als starre Kohlenwasserstoffe von verschiedener Flüchtigkeit (wie Benzol, Toluol, Paraffin, Naphthalin, Anthrazen usw.), ferner säureartige Körper (Phenole, Karbolsäure usw.) und Basen (Anilin, Chinolin usw.), dann auch pech- oder asphaltartige Substanzen. Wegen ihres Gehaltes an Phenolen wirken die Teere stark fäulniswidrig; besonders Holzteer ist reich daran. Aus Buchenholzteer stellt man Kreosot her; Birkenholzteer benutzt man bei der Bereitung des Juchtenleders. Braunkohlenteer, namentlich von der Braunkohle des Weißenfelser Beckens, ist reich an Paraffin.

Die leichten Steinkohlenteeröle werden wegen ihres Gehaltes an Benzol und Toluol hauptsächlich zur Farbenindustrie benutzt; schwerere karbolsäurehaltige Öle dienen zum Imprägnieren des Holzes, schwere Kohlenwasserstoffe als Schmieröl. Naphthalin und Anthrazen finden Verwendung in der Farbenindustrie, ebenso das Phenol, das außerdem in der Medizin und zur Darstellung der Salizylsäure benutzt wird. Aus Toluol und Naphthalin stellt man auch Benzoesäure dar; der Asphalt dient zur Darstellung von Asphaltröhren, zum Belegen von Fußböden usw. Wir entnehmen aus diesen Zusammenstellungen, wie vielseitig die Verwendung der Steinkohle und ihrer Destillationsprodukte ist. Das aus ihr gewonnene Ammoniak hat eine große Bedeutung für die Landwirtschaft, der es als schwefelsaures oder als Chlor- oder doppeltkohlensaures Salz zugeführt wird zur Ernährung der Pflanzen mit Stickstoff.

Die Steinkohlenbildung ist gleichsam das Produkt einer langsam verlaufenden trockenen Destillation, bei der einerseits leichtflüchtige, anderseits um so festere, gegen Hitze widerstandsfähigere Verbindungen entstehen. Die schlagenden Wetter verdanken dieser Spaltung ihre Entstehung. Der Sauerstoff der Pflanzenstoffe wird bei dem Fehlen von atmosphärischer Luft aufgebraucht für eine innere Verbrennung der Masse, wobei sich Kohlensäure und Wasser bilden. Kohlensäurequellen sind daher eine Begleiterscheinung in Gegenden, wo Steinkohlenbildungen in der Tiefe noch vor sich gehen; so am Rhein, in den Tälern des Egerlandes. Alle Sedimentärgesteine sind mit organischer Substanz durchsetzt, die ähnlichen Veränderungen unterliegt: es bildet sich Kohlensäure und Wasser.

Die Entstehung des Erdöls (Petroleum, Steinöl, Naphtha). Prof. Engler in Karlsruhe ist es gelungen, aus tierischen Fetten durch Druck-

destillation Petroleum zu erzeugen. Auf Anregung von Potonié, der annahm, daß auch pflanzliche Stoffe zur Petroleumbildung beigetragen haben, hat er weiter große Mengen der auf Teichen auftretenden Alge Polycystis flos aquae (die sog. Wasserblüte erzeugend) unter Druck destilliert und dabei — die Alge enthielt etwa 22% Fett in der Trockensubstanz — tatsächlich ebenfalls Petroleum erhalten. Druck und Wärme können im Faulschlamm zur Petroleumbildung Veranlassung geben. In allen geologischen Formationen seit dem Auftreten lebender Organismen sind solche Bildungen möglich gewesen. Das häufige Vorkommen von Petroleum neben Salz an den Flachküsten von Meeren und größeren Seen wird so durchaus verständlich. Das Salzwasser ist besonders geeignet, Faulschlamm, der bei Überschwemmungen von luftundurchlässigen Schichten überdeckt wird, vor zu schneller Zersetzung zu schützen. Nach A. Pictet und J. Potock sind die pennsylvanischen und ähnlichen Erdölsorten durch langsame Zersetzung von Fetten entstanden, die an Naphthenen reichen Erdöle sollen jedoch den pflanzlichen Harzen entstammen.

M. M. Monte Flores glaubt, daß man bei tieferen Bohrungen auf wesentlich reichere Erdölvorräte stoßen werde. 1910 betrug die Produktion 44 Mill. Tonnen. Man rechnet noch auf einen Vorrat für 100 Jahre.

J. Marcusson gibt an, daß bei der Verwesung von Tier- und Pflanzenkörpern bei Luftmangel von den optisch aktiven Bestandteilen: Eiweiß, Kohlehydraten und Cholesterinen (Cholesterin, Phytosterin, Oxycholesterin usw.), Terpenen und Harzen (beide vorwiegend in Pflanzen vorkommend), Eiweiß und Kohlehydrate zuerst verschwinden und daß in den verbleibenden Fetten und Wachsen die Cholesterinkerne sich immer mehr anhäufen. Da diese sich auch beim Erhitzen und Destillieren unter Druck erhalten, wobei allerdings das Drehungsvermögen von links nach rechts umschlägt, muß gefolgert werden, daß auch die Rechtsdrehung des Erdöls wenigstens zum Teil auf Cholesterinumwandlungsprodukte zurückzuführen ist. Es ist gelungen, aus Fetten mit linksdrehendem Cholesterin oder Phytosterin ein künstliches Rohöl zu gewinnen, das alle charakteristischen Bestandteile des natürlichen Rohöls: aktive Naphtha, aktives Schmieröl, Paraffin und Asphalt enthält und dem Erdöl in allen wesentlichen Eigenschaften gleichkommt. Es ist M. auch gelungen, in den unverseifbaren Anteilen des Algenwachses (Montanwachses) Cholesterin nachzuweisen. Bituminöser Ton ist ein Umwandlungsprodukt des von Potonié als Ursprungsmaterial des Erdöls angesehenen Faulschlammes. Algenwachs wird auch von Krämer und Spieker als Ursprungsmaterial des Erdöls gehalten. (Mittlg. aus dem Kgl. Materialprüfungsamt 1910, 28, 143 bis 155.) C. Neuberg ist es gelungen, durch Fäulnis aus Isoleucin die optisch aktive Capronsäure zu erhalten und bei der Destillation des Kalksalzes dieser Säure zusammen mit andern Fettsäuren ein petroleumartiges Destillat, worunter sich Fraktionen finden, die ebenfalls optisch aktiv sind. Das Erdöl gibt fast gleich zusammengesetzte, ebenfalls optisch aktive Fraktionen, die jedenfalls auch auf Isoleucine zurück-

zuführen sind und somit die Entstehung des Erdöls aus Fett und Eiweiß, also organischen Massen, wahrscheinlich machen.

Das Erdöl war schon im Altertum bekannt. Bei ihrer Übersiedlung nach Persien fanden die Juden Gruben, in denen die Priester ihr heiliges Feuer verborgen hielten und in denen sich Erdöl sammelte. Diese Orte waren ihnen heilig, und sie nannten sie Vergebungs- oder Versöhnungsorte, nephthar oder nephthoj, wovon sich der Name Naphtha ableitet. Bei dem Bau von Babylon und Ninive wurde ein Asphaltmörtel verarbeitet, dessen Asphalt durch Verdunsten von Erdöl bereitet wurde. In Ägypten benutzte man den Asphalt bereits zum Einbalsamieren. Die heiligen Feuer von Baku bilden heute noch für die Anhänger Zoroasters einen Gegenstand religiöser Verehrung. Steinöl wird in den der Luft leicht zugänglichen Gesteinsschichten leicht braun, dickflüssig und verwandelt sich in Bergteer. Letzterer durchdringt sowohl Sandsteine als auch Kalksteine. Durch Waschen und Kochen mit Wasser wird der Bergteer vom Gestein abgeschieden, worauf man durch Erhitzen das Wasser und, wenn nötig, auch flüchtigere und flüssige Bestandteile austreibt. Der Rückstand ist zähes, glänzend schwarzes Pech, das in der Technik als Goudron minéral benutzt wird: Dringt Bergteer in Kalkstein ein, so ergibt sich der Asphaltstein. Gewöhnlich enthält derselbe 8 bis 12% Asphalt. Gepulverter Asphaltstein mit Bergteer zusammengeschmolzen gibt den Asphaltmastix oder Asphaltkitt. Auf Trinidad ist das Becken eines alten Bergsees mit Asphalt ausgefüllt (Trinidadasphalt). Letzterer, mit Erdöl vermischt und mit Asphaltstein zusammengeschmolzen, liefert ebenfalls Asphaltmastix. Gußasphalt wird durch Zusammenschmelzen bei 150 bis 170° von Asphaltmastix und 5 bis 6% Bergteer nebst 60% grobem Sand erhalten und zu Fußböden, Dachflächen, Isolierschichten benützt. Stampfasphalt für die Straßen ist feingepulverter Asphaltstein (meist aus Val de Travers, Seyssel und Ragusa). Das rohe Erdöl wird meist in großen eisernen Blasen oder Kesseln mit gutem Kühlapparat der Destillation unterworfen. Zuerst entweichen gasförmige Verbindungen, die im Kühler noch nicht flüssig werden; dann kommen die niedrig siedenden Anteile, die unter dem Namen Petroläther im Handel sind. Nach dem Leichtöl geht dann bei steigender Temperatur das Leuchtöl (Petroleum) über.

Aus den Leichtölen trennt man durch fraktionierte Destillation das bei 30° siedende Rhigolen, Petroleumäther, Petroleumäther II (Gasolin, Canadol, B-Naphtha), Petroleumbenzin (nicht zu verwechseln mit dem anders zusammengesetzten Benzin [Benzol] aus Teeröl), Ligroin (C-Naphtha), künstliches Terpentinöl (Petroleumsprit, Putzöl).

Das Petroleum muß so weit vom Petroläther befreit sein, daß Explosionen im Bassin der Lampe ausgeschlossen sind. Nachdem das eigentliche Petroleum abdestilliert, bleibt als Rückstand beim amerikanischen Rohpetroleum in der Destillierblase eine Masse von butterähnlicher Konsistenz, die auf Vaseline verarbeitet wird. Dagegen verbleiben bei der Gewinnung des Petroleums aus dem kaukasischen Erdöl Rückstände, die bei ihrer Weiterverarbeitung Schmieröle liefern.

Das Vaselin wird aus den amerikanischen Petroleumrückständen, Paraffinöl und Bergwachs (Ozokerit) dargestellt. Die Materialien werden mit konzentrierter Schwefelsäure, chromsaurem Kali und Tierkohle oder auch nur mit letzterer behandelt, und nachdem sie farblos geworden, läßt man überhitzten Dampf direkt einströmen und steigert die Temperatur bis 250°. Nach einigen Stunden filtriert man das Vaselin (etwa 25 bis 30 % des Rohstoffs) durch Papier. Es ist gegen Lauge und Säuren selbst beim Kochen so gut wie indifferent.

Das amerikanische Vaselin wird oft als Lösung in geruchlos gemachtem Heptan in den Handel gebracht.

Die Torfbildung. Nach der Steinkohlen- und Braunkohlenbildung erfolgte noch eine bedeutende Speicherung von Kohlenstoff im Torf.

In Deutschland haben wir heute noch eine Moorfläche von etwa 400 Quadratmeilen, die größer ist als das ganze Königreich Württemberg. Die Hochmoore sind aus kalkarmen Gewächsen, hauptsächlich Heidekraut, Wollkraut, Sumpfheidelbeeren usw. entstanden, während die Grünlandsmoore und Niederungsmoore den Moosen (Sphagnum), Binsen und Carexarten ihre Entstehung verdanken.

Schon Tacitus berichtet, daß die Römer an der Nordsee Völkerschaften gefunden hätten, die ihre Speisen mit Erde kochten.

Die Bildung von Mooren findet überall dort statt, wo neben einem sehr feuchten Klima ein undurchlässiger Untergrund vorhanden ist. Die mangelhafte Wurzelbildung und Ernährung der Pflanzen hat dann die Folge, daß sie an Ort und Stelle in dem aufgestauten Wasser untersinken und verrotten. Die Bildung eines solchen undurchlässigen Untergrundes geschieht bei uns in Norddeutschland wesentlich durch den sogenannten Ortstein, welcher durch Verkittung von Sand mit Eisenoxyd entsteht und für Wasser undurchlässig ist. Ein gleiches findet auch unter den Heiden, die gewissermaßen vertrocknete Moore sind, statt und trägt auch dort die Schuld an dem kümmerlichen Pflanzenwachstum. Das Durchbrechen des Ortsteins und die so ermöglichte Lüftung und Entwässerung des Bodens gestattet die Aufforstung großer Gebiete namentlich mit rasch wachsenden Nadelhölzern. Ein auf dem Moor wachsender Baum kann keine Pfahlwurzel bilden, sondern muß sich auf der undurchdringlichen Schicht flach ausbreiten mit seinem Wurzelwerk.

Weber gibt folgendes Schema für die Schichtenfolge eines norddeutschen Hochmoors: a) Hochmoorbildungen: 1. Jüngerer Sphagnumtorf mit mäßig stark vertorften Moosen der Gattung Sphagnum; 2. Wollgrastorf, hauptsächlich aus den Resten des scheidigen Wollgrases bestehend (Eriophorum vaginatum); 3. älterer Sphagnumtorf aus stark vertorften, oft strukturlos gewordenen Resten von Sphagnum zusammengesetzter, in frischem Zustand weicher, dickschlammiger Torf; 4. Wollgrastorf wie 2, aber mit gut erhaltenen Moosresten, zuweilen mit Seggen und anderen Sumpfpflanzen durchsetzt. b) Übergangsmoor: 5. Föhren- und Birkenwaldtorf mit aufrechtstehenden, oben spitz zugefaulten Stämmen der Rotföhre (Pinus silvestris) und Resten der Weißbirke usw. von bröckeliger Beschaffenheit; 6. Bruchwaldtorf, meist aus Resten der Schwarzerle (Alnus glutinosa) bestehender bröckeliger Torf. c) Niederungsmoor: 7. Schilftorf, hauptsächlich aus Wurzelstöcken und Wurzelfilz des gemeinen Schilfrohrs (Phragmites communis) bestehend, die in einer schlammigen Masse eingebettet liegen; 8. Muddetorf, ein in frischem Zustand weicher, schlammiger Torf mit Samen und zerstückelten Resten von Wasserpflanzen, von bröckeliger Beschaffenheit; 9. Lebermudde (Lebertorf), ein gallertiger Torf, gewöhnlich mit feinem Sand und Ton mehr oder weniger reichlich durchsetzt, mit Samen und stark zerstückelten Resten von Wasserpflanzen; 10. Kalkmudde (Wiesenkalk), ein mit Resten von Wasserpflanzen (Microcystis, Chara, Potamogeton, Nymphaea, Nuphar usw.) und Konchylienschalen durchsetzter, weicher, erdiger, zuweilen tuffartiger Kalk; 11. Tonmudde (Glazialton), ein alluvialer Tonmergel

mit zerstreuten Resten eiszeitlicher Landpflanzen, einiger Wasserpflanzen und Konchylienschalen; 12. Geschiebemergel.

Gewinnung von Spiritus aus Torf. Frestadius und J. Fock haben Torfstreu von einem Wassergehalt von durchschnittlich 62% mit verdünnter Schwefelsäure in einem kupfernen Gefäß von 18 hl 15 Minuten lang gekocht. Aus 225 kg Torfstreu, 450 Liter Wasser und $3^3/_4$ Liter Schwefelsäure erhielten sie 345 Liter Saft durch Auspressen unter schwachem Druck. (Bei rationeller Einrichtung soll man 600 Liter Saft erhalten können.) Der Saft wurde mit Kreide versetzt und dann von dem gebildeten Gips nach dem Absetzen in einem Schlammseparator getrennt. 4870 Liter des neutralen Saftes, mit 350 Liter Hefesatz drei Tage lang der Gärung überlassen, gaben bei der Destillation 5,5%igen Alkohol, und zwar lieferten 5400 Liter Saft 75,57 Liter Alkohol. (Svensk Kemisk Tidskrift, 1906, Bd. 18, S. 151.)

Der Torf spielt eine überaus wichtige Rolle in der Stallwirtschaft und bei der Fäkalienverarbeitung zu Dungzwecken. Die Torfstreu liefert namentlich in Verbindung mit wärmeisolierenden Bodenplatten einen warmen Stallfußboden, der für die Gesunderhaltung der Tiere außerordentlich wichtig ist.

Durch die antiseptische Wirkung der im Torf vorhandenen Humussäuren tritt die Klauenseuche in Ställen mit Torfstreumatratzen seltener und mindestens viel harmloser auf. Die Strahlfäule bei Pferden wird direkt verhindert. Überhaupt wirkt die Torfstreu äußerst günstig auf Hufe, Klauen und Gelenke. Man hat beobachtet, daß ältere, steife Tiere, die sich nicht mehr hinlegten, bei Verwendung von Torfstreumatratzen sich bald wieder an das Hinlegen gewöhnten und dadurch noch lange arbeitsfähig blieben. Dazu saugt die Torfstreu von den flüssigen Auswurfsstoffen der Tiere das Sieben- bis Zwölffache ihres Gewichts auf und absorbiert die schädlichen Ammoniakgase, die besonders in Pferdeställen so stark bei Witterungsumschlägen auftreten. Es gibt kaum eine bessere Methode, um die wertvollen Dungbestandteile in den tierischen Auswurfsstoffen zu erhalten als die Verwendung von Torfstreu. Nach Professor Müller-Halle a. S. wurden bei 20 bis 30 Tage altem Pferdemist mit Torfstreu 73,8% bis 73,1% Wasser und 3,8% bis 3,7% Asche bei 0,79% bis 0,93% Stickstoff nebst 0,55% bis 0,46% Kali und 0,33% bis 0,42% Phosphorsäure, das ist an besonders wertvollen Stoffen mehr, als in gewöhnlichem Pferdemist vorhanden zu sein pflegt, gefunden. Außerdem braucht man von Torfstreu anderthalb bis dreimal weniger als von Stroh. Im allgemeinen rechnet man für ein Pferd etwa $2^1/_2$ kg, für ein Stück Rindvieh 3 kg und für ein Schwein $^3/_4$ kg Torfstreu für den Tag. Dabei ist das Volumen der Torfstreu auch wesentlich geringer als dasjenige des Strohes. Ein Torfballen hat etwa 0,5 cbm Inhalt und wiegt 100 bis 110 kg. Der Jahresbedarf an Streu für ein Pferd nimmt daher nur 4,5 cbm Raum in Anspruch, für ein Stück Rindvieh 6 cbm. Dementsprechend ist auch die Düngermenge geringer und dieselbe läßt sich, da sie kurz ist, viel gleichmäßiger auf dem Acker verteilen. Bei einem Pferde beträgt sie höchstens 10 cbm gegen 20 bis 24 cbm bei Stroheinstreu. Man hat also die Hälfte Fuhren, dabei aber eine höhere Düngerwirkung. Man hat errechnet, daß bei Einführung der Torfstreu bzw. Torfmull zur Desinfektion und Desodorisierung der menschlichen Fäkalien für über 4 Milliarden kg Stick-

stoff und Phosphorsäure, die heute der Landwirtschaft verlorengehen, zurückgewonnen werden können und damit die Deckung des Phosphorsäurebedarfs unserer Landwirtschaft in der Hauptsache gesichert ist.

Die außerordentliche Bedeutung der allgemeinen Einführung der Torfstreu bzw. des Torfmulls für die Verwertung der Fäkalien zu Düngerzwecken steht für jeden Volkswirt außer Zweifel. Während der rechnende Landwirt sich von dem Grundsatz leiten läßt, die menschlichen und tierischen Auswurfsstoffe, in denen die dem Acker entzogenen Grundelemente des organischen Lebens wieder erscheinen, sich zu erhalten und zur Zeit dem Acker wieder zuzuführen, ist für die Stadt bei der Beseitigung der Auswurfstoffe in erster Linie der hygienische Gesichtspunkt maßgebend. Da zwei Fünftel bis die Hälfte der geernteten Erzeugnisse in die Stadt wandern, so bedeutet heute bei dem Mangel an Phosphorsäure und Stickstoff die Beseitigung der Fäkalien, ohne die in ihnen enthaltenen wertvollen Dungstoffe dem Landwirt wieder zugänglich zu machen, eine außerordentliche Verschwendung. Aber auch der Landwirt erfüllt seine Pflichten gegenüber der Allgemeinheit schlecht, wenn er von der Verwendung von Torfstreu keinen Gebrauch macht und Stroh weiter für den Belag von Stallfußboden verwendet. Das Stroh gehört heute für Futterzwecke reserviert. Durch das Strohaufschließungsverfahren wird dasselbe in wertvolles Futter verwandelt, das seinem Nährstoffgehalt nach, z. B. an Kartoffeln gemessen, doppelt so hoch zu bewerten ist. Wenn man bedenkt, daß etwa 120 Millionen Doppelzentner Kartoffeln verfüttert werden, von denen über ein Drittel durch Strohkraftfutter ersetzt werden kann, falls von der Verwendung des Strohes zum Einstreuen abgegangen wird, so ist es jedem wohl klar, eine wie hohe Bedeutung der erweiterten Einführung der Torfstreu zukommt. Es würde nicht weniger bedeuten, als daß für den Kopf in Deutschland $1^1/_2$ Zentner Kartoffeln mehr zur Verfügung als Nahrungsmittel stehen würden. (Nach Schäfer, Administrator a. D., aus D. A. Z.)

Die Kriegsnöte haben dazu gedrängt, auch unsere Moore besser zu verwerten und in Kulturland umzuwandeln. Eine großzügige Arbeit ist u. a. an dem Havelländer Luch westlich von Berlin, 200000 Morgen umfassend, durchgeführt worden.

Die Kulturarbeiten erstreckten sich auf Anlage von Wirtschaftswegen, Entwässerungsgräben mit Pumpwerksanlagen, Beseitigung des öden Pflanzenwuchses durch Umbruch sowie Düngung des Neulandes und Bestellung mit geeigneten Kulturpflanzen. Die kultivierten Ländereien werden als Wiese, Weide und Acker genutzt und geben zufriedenstellende Erträge. Das beste Wirtschaftssystem des Luches ist die Wiesen- und Weidewirtschaft. Die Erträge der Kulturwiesen stehen denen der Marsch an Güte nicht viel nach. Der Morgen liefert in zwei Schnitten bis 40 Zentner Heu. Auf zwei Morgen Kulturweide kann sich den Sommer über ein Stück Großvieh ernähren. Aber auch im Hackfruchtbau nach der Fruchtfolge Kartoffeln, Rüben, Hanf, liefert der Luchboden gute Erträge.

Der Morgen Mooracker bringt 80 bis 100 Zentner Kartoffeln oder 120 Zentner Zuckerrüben oder bis 300 Zentner Runkeln oder 15 Zentner Hanfstroh oder 4 bis 5 Zentner Hanfsamen.

Der Gemüsebau ist im Luch infolge der vermehrten Frostgefahr unsicher. Auch Getreide gedeiht auf Moor nicht besonders, im allgemeinen erntet man viel Stroh und wenig Körner. Wenn der Morgen 4 bis 5 Zentner Körner bringt, war die Ernte leidlich.

Die Bewirtschaftung des Luches ist schwieriger als die des Mineralbodens. Der Luchwirt muß die Eigenart des Bodens kennen und ihn danach behandeln, auch muß er mit Widerständen kämpfen, die auf dem Höhenboden nicht in dem Maße vorkommen. Die hauptsächlichsten Widerstände sind Frost, Wind, Unkraut und Nässe. Die Temperatur des Luches ist durchschnittlich 1 bis 2° geringer als auf den umliegenden Höhenzügen. Es müssen daher widerstandsfähige Fruchtarten angebaut werden.

Das Havelländische Luch kann mit Recht als die Milch- und Fleischkammer Berlins angesehen werden; denn es handelt sich nach Fertigstellung der Luchkulturen von etwa 200000 Morgen um nicht geringe Neuwerte.

Nimmt man von 200000 Morgen ein Drittel als Ackerland und zwei Drittel als Grünland an, so ergeben sich nach schematischer Berechnung im Jahr:

25000	Morgen	Getreide	= 200000	Zentner,
25000	„	Kartoffeln	= 2000000	„
25000	„	Zuckerrüben	= 2500000	„
55000	„	Wiese = Heu für 35000 Stück Großvieh im Winter,		
70000	„	Weidefutter für 35000 Stück Großvieh im Sommer.		

Rechnet man auf 35000 Stück Großvieh etwa 25000 Stück Milchvieh, so ergeben diese täglich durchschnittlich 250000 Liter Milch, das sind täglich je $^1/_2$ Liter Milch für 500000 Menschen, also etwa für den vierten Teil der Bevölkerung Berlins.

Aus vorstehenden Zahlen erkennt man, daß es sich bei der Kultivierung des Havelländischen Luches um nicht geringe Werte für die Volksernährung handelt, und es wäre zu begrüßen, wenn die großen Strecken, die jetzt noch im Ödlandszustand liegen, der Kultur und damit dem Allgemeinwohl alsbald erschlossen würden. (Nach Wiesenbaumeister Th. Wirth, Berger Damm.)

Man hat berechnet, daß die deutschen Torfmoore 100 Jahre lang etwa 15% des deutschen Energieverbrauches decken könnten. Das ist eine Menge, die es lohnend erscheinen läßt, nach Methoden einer möglichst rationellen Torfverwertung zu suchen. Es ist z. B. gelungen, durch Brikettierung den hohen Wassergehalt — 25 bis 30% — auf 12 bis 15% herabzusetzen. Damit steigt der Heizwert um 20 bis 30%. Auch Torfkoks hat man hergestellt. Er ist vorzüglich, da er fast schwefelfrei und sehr aschenarm ist, und gibt einen wertvollen Ersatz ab für Holzkohle. Da aber der Torf nur 30 bis 35% Koks ergibt, wegen seiner

Armut an Kohlenstoff, so müssen wertvolle Nebenprodukte erstrebt werden. Als solche ergeben sich Teer, Ammoniak, Essigsäure und Methylalkohol. Der Hamburger Chemiker Direktor Steinert hat Verfahren ausgearbeitet, die eine möglichst rationelle Ausnutzung des Torfes ermöglichen und damit das deutsche Wirtschaftsleben um wichtige inländische Hilfsmittel bereichern. Allerdings ist es auch nötig, die deutschen Moore entsprechend aufzuschließen. Am Hunte-Ems-Kanal in Oldenburg z. B. haben sich nach dessen Ausbau in kurzer Zeit 40 Torfverwertungsbetriebe angesiedelt, die 320000 Tonnen Brennstoff-Torf erzeugten. 720000 Tonnen Jahresproduktion sollen von ihnen erreicht werden, wenn noch einige Entwässerungskanäle angelegt werden. Die Weiterführung allein dieses Hunte-Ems-Kanals nach Dörpen an der Ems würde etwa 110000 Hektar Moor erschließen.

Die Bedeutung des Zellstoffs. Auf die Bedeutung des Zellstoffs, der in unseren Wäldern mit Hilfe des Lichtes und der Kohlensäure gebildet wird, für den menschlichen Haushalt braucht nicht erst hingewiesen zu werden. Wo Holz nicht wächst, da wird erst sein Wert richtig eingeschätzt. Auf Novaja-Semlia und anderen Inseln im Eismeer wird jedes Stück Holz, das aus den russischen oder sibirischen Strömen stammend ans Ufer geschwemmt wird, jeder Baumstamm als Wertobjekt betrachtet.

Da man aus Holz auch Zucker machen kann, ebenso wie aus Torf, isländischem Moos und anderen Flechten, und da man diesen Zucker dann weiter vergären kann, ist es verständlich, daß man der Holzverzuckerung ein großes Interesse entgegengebracht hat.

Leider ist dieser Prozeß noch nicht billig genug durchzuführen. Man begnügt sich zumeist, das Holz aufzuschließen in den Zellstofffabriken, in denen man neben dem Zellstoff die Zellstoffablaugen gewinnt.

Diese unterwirft man der alkoholischen Gärung oder macht aus den konzentrierten Lösungen Klebstoff u. dgl. Eine besonders gute Ausnützung der Zellstoffablaugen, namentlich der Sulfitablaugen hat sich bei der Züchtung des Fettpilzes Endomyces vernalis ergeben, der neben dem Zucker auch Ligninverbindungen assimilieren kann. Leider ist auch hier noch keine industrielle Ausnützung zustande gekommen.

Die Zellstoffaser, die uns im Kriege Baumwoll- und andere Fasern ersetzen mußte bei der Herstellung von Bindfäden, Geweben, hat schließlich auch zum Ersatz der Seide herhalten müssen. Es besteht sogar die Aussicht, daß die Kunstseide uns in vielen Fällen die Baumwolle ersetzen wird.

Bisher waren vier Arten Kunstseide im Handel: die Nitroseide, die Kupferseide, welche sich namentlich als Stapelfaser gut eignet, die Viskoseseide, welche aus der billigeren Holzzellulose erzeugt wird, und die Azetatseide, die widerstandsfähiger gegen Nässe als die Viskoseseide und auch gut färbbar ist.

Diese Zelluloseester sind als Verbindungen von Zellulose bzw. Zelluloseabbauproduktion mit Säuren verseifbar, d. h. sie zerfallen

unter dem Einfluß chemischer Reagenzien, wie z. B. Alkalien, leicht in ihre Komponenten. Auch ohne deren Mitwirkung verschwindet im Laufe der Zeit die meist flüchtige saure Komponente. Zellulosenitrat ist überdies leicht entflammbar.

Diese Unbeständigkeit der Zelluloseester suchte man zu vermeiden durch Auffindung anderer Zelluloseverbindungen. Es scheint, daß in den Zelluloseäthern solche Derivate gefunden werden.

Lilienfeld ist hier vorgegangen. Da das einfache Zellulosemolekül $C_6H_{10}O_5$ drei Hydroxylgruppen enthält und die Zellulose n Moleküle umschließt, sind mindestens 3 n Hydroxylgruppen durch Alkylgruppen zu ersetzen. Von den Äthyläthern der Zellulose hat Lilienfeld gezeigt, daß Äthyläther ganz niedriger Äthylisierungsstufe in kaltem Wasser löslich, in heißem Wasser unlöslich sind und daß mit zunehmender Anzahl der eingeführten Äthylgruppen die Löslichkeit in Wasser verschwindet, um einer Löslichkeit in einer schier endlosen Reihe von organischen Lösungsmitteln Platz zu machen. Für die Herstellung von künstlichen Fasern kommen die wasserlöslichen Zelluloseäther kaum in Betracht. Dahingegen sollen sie als Klebstoffe und Appreturmittel, sowie Schlichtmittel brauchbar sein. Die Herstellung künstlicher wasserunlöslicher Faserstoffe geht so vor sich, daß die Lösungen solcher Zelluloseäther in flüchtigen Lösungsmitteln, wie Benzol u. dgl., durch Düsen gespritzt und eingetrocknet oder durch Fällbäder, z. B. Wasser, geführt werden, die die Fäden zum Gerinnen bringen. Gegenüber Zelluloseesterseiden besitzen die Ätherseiden neben der Widerstandsfähigkeit gegen Wasser auch eine solche gegen Kochung mit konzentrierten Alkalien sowie mit verdünnten Säuren, sowie gegen lange Lagerung. Sie brennen nicht anders wie jede andere organische Substanz, auch sind sie im Aussehen und Glanz befriedigend. Es dürfte sich so allmählich die Aussicht eröffnen, durch Kunstseide die Baumwolle in vielen Fällen zu ersetzen und uns vom Ausland unabhängiger zu machen. (Aus: „Deutsche Faserstoffe und Spinnpflanzen". März 1921.)

Die Pflanze als Nährstofflieferant. Die Pflanzen sind gewissermaßen kaltblütige Geschöpfe; sie arbeiten nur langsam, dafür aber auch den ganzen Tag; nachts ruhen sie auch nur scheinbar, indem die Wurzeln unentwegt tätig sind. Da die Temperatur nachts stark zurückgeht, wird nur wenig von den Ersparnissen des Tages veratmet. So kommt es, daß das Kapital an Pflanzensubstanz von Tag zu Tag größer wird. Der Baum wächst immer höher empor, während bei den Tieren nach einem gewissen Zeitpunkt die Einnahmen und Ausgaben sich das Gleichgewicht halten und die Körpergröße nicht mehr zunimmt. Nach Chevandier vermehrt sich die Holzsubstanz im Wald pro Hektar Grundfläche jährlich um rund 3,4 t lufttrockenes Holz. Der durchschnittliche Kartoffelertrag betrug pro Hektar in den letzten Friedensjahren in Deutschland 13 bis 14 t mit rund 3,5 t Trockensubstanz, die zu 2,8 t als aus Stärke bestehend angenommen werden kann.

In den grünen Pflanzen gibt es große Gewebsgruppen, die kein Chlorophyll besitzen und deshalb auch keine Assi-

milation zustande bringen. Je weniger solche Kostgänger in der Pflanze vorhanden sind, um so mehr wird sie für uns die Bedeutung einer Nährpflanze gewinnen. Sehen wir uns doch unsere Getreidearten, die Haupternährer der Menschheit, einmal daraufhin genauer an.

Mit Ausnahme der Wurzel sind fast alle Teile derselben während der Vegetationsperiode grün gefärbt, und da, wo die Lichtstrahlen nicht reichlich genug hingelangen können, wie in das Innere des Halmes, da ist überhaupt kein Gewebe vorhanden — der Halm ist hohl.

Zur Zeit der Reife bleichen die Halme und Blätter, und die Ersparnisse werden nach der Ähre hin transportiert. Die Getreidearten vermögen in verhältnismäßig kurzen Vegetationsperioden große Mengen Nährstoffe zu erzeugen. Die in der Sonnenhitze ausgetrockneten Körner sind wegen ihrer Trockenheit auch haltbar. Der Mensch hat frühzeitig gelernt, solche Dauerware aufzuspeichern und vorrätig zu halten. Das Leben kann im Korn, solange es trocken bleibt, jahrelang ruhen. Die Keimfähigkeit der in Pyramiden gefundenen Getreidekörner ist natürlich Schwindel.

Gelangt reichlich Wasser an das Korn und an den Keimling, dann beginnt das Leben zu erwachen, der Keimling wächst und zehrt von der erhaltenen Mitgift, die in dem großen Speicherorgan, dem Mehlkörper, niedergelegt war.

Ein Gerstenkorn, 10 bis 15 Tage im Dunkeln keimend, verliert 30 bis 40% seines Gewichtes. Die Wurzeln und der Blattkeim sind aber inzwischen schon hervorgebrochen; letzterer wächst dem Licht entgegen. Seine gelblich-bleichen Gewebe füllen sich in kurzer Zeit mit frischem Grün. Auf den Malztennen läßt man nur in Ausnahmefällen das Getreide so lang auswachsen, daß es ergrünen kann. Aber in unseren Keimapparaten, da erhalten wir sehr leicht einen grünen Wald von Blättern, wenn der Deckel abgenommen worden ist. Hat man ihn daraufgelassen, dann streben die bleichen Keimblätter der einzigen Öffnung im Deckel zu; und einige Tage später ragt ein dichtes, nach allen Seiten hin divergierendes Büschel sattgrün gefärbter Blattspitzen in die Luft empor. Einen solchen Keimversuch sollte jedermann einmal selbst durchführen, da an ihm zu viel zu beobachten und zu lernen ist.

Zur Einleitung der Keimung ist, wie aus dem Beispiel der Gerste zu ersehen, für gewöhnlich kein Licht nötig; nur die Sporen der Farne, der Laub- und Lebermoose erfordern normale Beleuchtung, von den Samen höherer Pflanzen gilt dies auch für die Mistel Viscum album.

Das Ergrünen vollzieht sich in verschiedenen Lichtsorten verschieden schnell. Gerstenkeimlinge, die unter eine gelbe Glasglocke gestellt werden, ergrünen schneller als unter einer blauen. Die rote Hälfte des Spektrums besorgt die assimilatorische Tätigkeit, die blaue Hälfte beeinflußt mehr die Wachstums- und Bewegungsvorgänge (Plasmabewegung). Pflanzen, die sich im blauen Licht entwickeln, nehmen, was Wachstum und Gestaltung betrifft, normale Formen an, ohne zu ergrünen; im roten Licht ergrünen sie zwar, jedoch verkümmert ihre Form. Nach Green schädigen jedoch die ultravioletten Strahlen die diastatische Wirkung. Die gelben Farbstoffe in der Spelze, die jedenfalls der Karotingruppe angehören, heben jedoch diesen Einfluß zum Teil wieder auf.

Für die Brennerei mit ihrem großen Diastasebedarf dürfte eine Beleuchtung der Malztenne mit gelbem Licht vorzuziehen sein, für Brauereien solche mit blauen Fensterscheiben oder elektrischem Glühlicht.

Chemisch wirksame Strahlen in geringer Dosis angewandt, sind für den Haarwuchs anregend. Oftmalige starke Bestrahlung führt zu Haarschwund. Durch Finsenlicht, dem die Wärmestrahlen weggenommen, wird Lupus in 95% geheilt.

Aufgeregte Geisteskranke sollen in Räumen mit blauem Licht, Melancholiker in solchen mit rotem Licht, Blatternkranke, Scharlach, Rotlauf, Masern durch rotes Licht günstig beeinflußt werden. Pockenkranke hüllt man im roten Zimmer noch in rote Decken.

Abb. 2. Am Fenster ausgekeimte Kartoffel mit korallenstockartigen Trieben.

Bei Kartoffeln, die lange Zeit im Licht gelegen haben, läßt sich in den äußeren Schichten unterhalb der Schale ein schwaches Ergrünen feststellen. Die sonst farblosen Stärkebildner — Leukoplasten —, diejenigen plasmatischen Gebilde, welche das Kunststück fertig bringen, aus gelöstem Zucker ein festes Stärkekorn aufzubauen, findet man hierbei mit Chlorophyll durchtränkt.

Solche im Lichte belassenen Kartoffeln keimen zwar aus, aber die Triebe bleiben kurz, gedrungen, korallenstockartig (Abb. 2)[1]) und färben sich bläulich-grün, wogegen die im dunklen Keller auskeimenden Triebe außerordentlich lang werden und weiß oder gelblich bleiben.

Keimblätter im Dunkeln gezogener Gerstenpflanzen sind schwach gelblich gefärbt. Werden sie getrocknet und gepulvert mit Schwefelkohlenstoff übergossen, so färbt sich dieser sogleich tief gelbrot und hinterläßt, in einem Uhrgläschen verdunstet, einen Rückstand, der sich mit konzentrierter Schwefelsäure schön blau, mit Jodlösung grün färbt. Dieser vom Schwefelkohlenstoff gelöste Körper ist das Karotin, so benannt, weil er in der Mohrrübe Daucus carota besonders stark vorhanden ist. Er findet sich auch im Chlorophyll und läßt sich in dem alkoholischen Auszug grüner Blätter nachweisen; denn fügt man zu demselben in einem Reagenzglas Äther und dann etwas Wasser, so treten zwei scharf getrennte Schichten auf, eine obere blaugrüne und eine untere gelbe. Die obere fluoresziert blutrot, der unteren fehlt diese Eigenschaft gänzlich. Der blaugrüne Bestandteil des Chlorophylls heißt Phyllocyanin. Wenn man in die Chlorophyllösung einen Streifen Fließpapier hängt, kann man nach zwei bis drei Stunden beobachten, daß der gelbe Farbstoff kapillär höher hinaufgezogen ist als der grüne.

Allzu grelles Licht verzögert das Ergrünen der Pflanzen, weil mehr Chlorophyll dadurch zerstört als neu gebildet wird. Diffuses Tageslicht wirkt auf Chlorophyll am günstigsten ein.

Im Brennpunkt der Tautropfen auf Blättern z. B. des Tabaks wird in der Morgensonne das darunter befindliche Chlorophyll zerstört und sehen die Blätter später gesprenkelt aus.

[1]) Aus: Lindner, Atlas der mikroskopischen Grundlagen. Verlag Paul Parey, Berlin.

Die Pflanze hat die verschiedensten Vorkehrungen zu treffen gewußt, um die Chlorophyllkörperchen vor zu grellem Sonnenschein einigermaßen zu schützen; so geschieht dies durch glänzende, also lichtzurückstrahlende Blattoberflächen, Haardecken oder Wachsgebilde, Oberhautzellen mit gefärbtem Zellsaft u. dgl. m.; ferner hat sie dafür gesorgt, daß die Chlorophyllkörperchen selbständig ihre Gestalt verändern können, oder daß sie durch das Plasma an die Wand rücken können, dem Lichtstrahl so die geringste Oberfläche darbietend.

Grüne Pflanzen können bei Gegenwart günstiger Nährstoffe auch im Dunkeln Chlorophyll bilden.

So ist es Beijerinck gelungen, eine an Bretterzäunen häufige Alge, Protococcus vulgaris, jahrelang im Dunkeln auf Malzwürzegelatine als tiefdunkelgrüne Algenmasse zu züchten. Ans Licht gebracht, vermochten diese Algen sich wieder anorganisch zu ernähren und Kohlensäure zu zerlegen.

Auch bei anderen Algen (Chlorella, Cystococcus und Stichococcus) ist es gelungen, sie bald als Saprophyten, bald als Autophyten (Selbsternährer) wachsen zu lassen. Jedoch zeigte sich hierbei stets ein Unterschied im Aussehen der Farbstoffträger (Chromatophoren), indem diese bei dem passiven saprophytischen Leben immer stark gekörnt und oft undeutlich abgegrenzt in bezug auf das Protoplasma, bei autophytischer Ernährung dagegen glänzend und durchsichtig und sehr scharf begrenzt waren.

Über die Chlorophyllbildung bei höheren Kryptogamen im Finstern hat C. Bittner einige Versuche angestellt. Lebermoose wachsen im allgemeinen im Dunkeln nicht weiter, auch wenn ihnen günstige Nahrung zu Gebote steht. Fegatella conica jedoch tut dies. Laubmoose zeigen im Finstern namentlich im Stämmchen Chlorophyll, weniger oder fast gar nicht in den verkümmerten Blättern. Verdunkelte unterirdische Stengel (Rhizome) verschiedener Farne bilden Wedel, deren verkümmerte Blattspreiten durchweg lebhaft grün werden, während die Stiele im Gegensatz zu den im Licht gezogenen Kontrollpflanzen wenig oder bei vielen Arten gar kein Chlorophyll zeigen. Schachtelhalm- und Bärlappgewächse bilden im Dunkeln kein Chlorophyll. Einzelne Selaginellaarten bilden, wenn sie über genügende Reservestoffe verfügen, neue Sprosse mit langem, chlorophyllfreien Stengel und verkümmerten grünen Blattflächen. Im allgemeinen geht die Fähigkeit, im Finstern Chlorophyll zu bilden, höheren Pflanzen ab.

Das Licht übt bei der Assimilation eine reduzierende Wirkung aus, was sich aus der Tatsache ergibt, daß die Blätter vieler Pflanzen im Licht blaß und im Dunkeln wieder tiefgrün werden. Das nämliche Resultat erhält man, wenn man Essigsäure und Zink auf einen alkoholischen Extrakt von grünen Blättern einwirken läßt.

Unter der Lichteinwirkung werden die Pflanzen nicht nur grün, sondern sie fangen auch besser zu wachsen an. Das Licht ist jedoch nicht die direkte Ursache des Ergrünens; es gelingt, bei niederer Temperatur unter freiem Lichtzutritt farblose Pflanzen zu kultivieren, und es gelingt, grüne Pflanzen im völligen Dunkel zu ziehen (z. B. Zwiebeln, Safran). Auch bei der Assimilation ist die Rolle des Chlorophylls mehr eine indirekte: einige Pflanzen vermögen im völligen Dunkel zu wachsen und Stärke zu bilden (einige Nadelholz-, Farn- und Liliaceenkeimlinge).

Der Chlorophyllfarbstoff, an sich eisenfrei, ist doch bei seiner Bildung an die Gegenwart von Eisen gebunden. Keimpflanzen, in Nährlösungen ohne Eisen gewachsen, werden selbst im Licht nicht grün; erst Zugabe geringer Mengen einer Eisenchloridlösung bewirkt in kurzer Zeit das Ergrünen.

Es ist bekannt, welche Bedeutung der Genuß chlorophyllreicher Pflanzenteile (Spinat, Salat) für Bleichsüchtige hat. Nach Bunge können andere als organische Eisenverbindungen, wie sie in den üblichen Nahrungsmitteln vorkommen, nicht zur Resorption gelangen. Man ist daher bestrebt gewesen, möglichst eisenreiche Pflanzen zu kultivieren. In der Tat ist man beim Spinat bereits bei dem achtfachen Eisengehalt angelangt. Auf 2,36 g Eisen vermag das Blut 1 g Sauerstoff (= 697 ccm) zu binden. Auf 1 Atom Eisen sind 2 Atome Sauerstoff im Oxyhämaglobin enthalten. Neuerdings benutzt man Tabletten

aus Hefeextrakt und getrockneter Hefe, wie sie die „Zyma" in Erlangen fabriziert, um Eisen, Arsen, Digitalis und andere pharmazeutische Heilmittel dem Magen zuzuführen, die für sich allein eingenommen letzteren zu sehr angreifen würden.

Was die Chlorophyllchemie angeht, so ist durch Willstätters klassische Untersuchungen in der Hauptsache folgendes festgestellt. Der eigentliche maßgebende Stoff ist an sich leicht kristallisierbar, aber mit Phytol ($C_{20}H_{40}O$), einem öl- oder wachsartigen Alkohol gepaart oder gebunden, wird er amorph. Der Gehalt an Farbstoff ist fast in allen Pflanzen ziemlich gleich ($^1/_2$ bis 1%). Gefunden wurde 66% C, 9% N, $5^1/_2$% H, 4% Mg und der Rest Sauerstoff. Magnesium gehört zum eisernen Bestand des Chlorophylls: Ein zentrales Magnesium- (Mg) Atom, hieran 4 N und an diese je 2 C gebunden. Im Blut ist statt Mg Eisen enthalten. Tiere und Pflanzen leben durch die katalytische Wirkung von Metallen, die sie in Form komplexer organischer Verbindungen enthalten. Sie unterscheiden sich chemisch je nach der Natur und Funktion des Metalls. Der Nachweis des Mg erlaubt wieder den Schluß, daß die Assimilation der Kohlensäure eine Reaktion des basischen Mg ist, das seine große Verbindungsfähigkeit auch in komplexen organischen Molekülen aufweist. Das abbauende Leben der Blut führenden Tiere erfordert für die Regulation der organischen Stoffe einen Überträger, vermutlich Eisen, das vielleicht infolge seiner Oxydierbarkeit zu mehreren zum Teil unbeständigen Verbindungsstufen den Sauerstoff lose bindet und transportiert. Gilbert hat die Vermehrung des grünen Farbstoffes nach N-Düngung direkt nachgewiesen. Trotz dieses N-Gehaltes ist aber ein Blattgrün kein Eiweißstoff, sondern eher mit dem Pyrol oder den Alkaloiden verwandt. —

Mit der Bildung von Formaldehyd ist die Leistung der Lichtenergie in der grünen Zelle vollendet. Martin Jacoby ließ Blätter der Kapuzinerkresse im Dunkeln in kohlensäurefreier, aber mit Wasserdampf und Formaldehydgas erfüllter Atmosphäre stehen. Nach 24 bis 32 Stunden war die Trockensubstanz um 1,7 bis 5,4% gestiegen durch Bildung von Kohlehydraten aus dem Formaldehyd. Vgl. S. 14 oben.

Willstätter und Stoll nehmen an, daß die Kohlensäure oder eine an andere Stoffe, wie Aminosäuren, Eiweißstoffe, Oxysäuren oder Zucker lose gebundene Kohlensäure an das Chlorophyll herantritt und mit ihm eine lockere Verbindung eingeht, die noch genau die Farbe des Chlorophylls zeigt. Die Energie des Lichts bewirkt nun in dieser eine Umlagerung im Kohlensäurerest zu einem Peroxyd, das dann weiter unter dem Einfluß eines im Protoplasma enthaltenen Stoffes (Enzyms) Sauerstoff in molekularer Form abspaltet.

Das Chlorophyll selbst besteht aus zwei Komponenten; $^2/_3$ davon kommen auf das Chlorophyll a (blaugrün $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$), $^1/_3$ auf das Chlorophyll b ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$), das sich übrigens leicht von a durch Umwandlung einer Methylengruppe in eine Karbonylgruppe ableiten läßt. Das Magnesium ist an den Stickstoff gebunden; wird es herausgenommen, dann verbleibt das olivgrüne Phäophytin, das mit Methyl-

magnesiumjodid leicht wieder in Chlorophyll zurückverwandelt werden kann. Phäophytin hat den Charakter eines Wachses; in ihm ist eine hochmolekulare mehrbasische Säure mit einem hochmolekularen Alkohol, dem Phytol ($C_{20}H_{39}OH$), verestert. In alkoholischen Chlorophyllextrakten wird letzteres leicht durch Methyl- oder Äthylalkohol unter dem Einfluß eines in manchen Blättern reichlich vorhandenen Enzyms, der Chlorophyllase, ersetzt.

Die beim Verseifen von Chlorophyll a und b entstehenden grünen wasserlöslichen Natriumsalze leiten sich von zwei isomeren, den Magnesiumkomplex noch enthaltenden Laktamdikarbonsäuren, dem Chlorophyllin und Isochlorophyllin ab (NH—CO—COOH—COOH). Die Verseifung des Phäophytins gibt die magnesiumfreie Laktamdikarbonsäure (Phytochlorin). Durch Erhitzen der Chlorophylline mit Alkali entstehen die Phylline. Erhitzen mit Natronkalk liefert die carboxylfreie Stammsubstanz, die noch den Magnesiumstickstoffkomplex enthält, das Ätiophyllin $C_{31}H_{34}N_4Mg$. Säuren entziehen den Phyllinen das Magnesium unter Bildung von Porphyrinen. Das Ätioporphyrin $C_{31}H_{36}N_4$ ist auch aus dem Blutfarbstoff erhalten worden.

Chlorophyllfreie Blätter assimilieren nicht, ebensowenig aber auch isolierte Chloroplasten. Schwach ergrünende etiolierte Blätter zeigen oft eine unerwartet starke Assimilation.

Also ist es ein farbloses im Protoplasma enthaltenes Agens, das mit dem Chlorophyll zusammenarbeiten muß, um die Assimilation zuwege zu bringen. Schädigung des Plasmas stört auch die letztere.

Bisher nahm man an, daß das Chlorophyll in den lebenden Zellen in kolloidaler Lösung sich befinde. Kurt Stern hat aber gezeigt, daß Grünalgen (Chroococcus) in Knopscher Nährlösung unter Zufuhr von Luft mit 4% Kohlensäure gezüchtet, bei durchfallendem Licht im Spektroskop betrachtet, eine rote Fluoreszenz zeigen, die kolloidale Chlorophyllösungen nicht aufweisen, auch wenn Eiweiß, Zucker, Glyzerin, Stärkelösung zugegeben wurden.

Wurden aber einige Tropfen einer lipoiden Substanz wie Triolein, Oleinsäure, Lecithin, Cholesterin, Walrat, Leinöl, Rizinusöl, Seife zugegeben und durch Schütteln eine sehr trübe Emulsion erzeugt, so trat sogleich Fluoreszenz auf. — Diese Beobachtungen beweisen, daß das Chlorophyll in den lebenden Zellen in der lipoiden Phase enthalten ist. In allen Lipoiden, in denen das Chlorophyll etwa so stark wie in absolutem Alkohol fluoresziert, erhält man einen strahlend roten, optisch leeren Kegel beim Tyndallversuch. Es ist also in all den lipoiden Lösungen das Chlorophyll echt molekular dispers gelöst, also auch in den lebenden Zellen.

Bei dem Chlorophyll, das zum Teil in lipoider Lösung in der lebenden Zelle vorhanden und in dieser Form fluoresziert, bedingt diese letztere Eigenschaft jedenfalls, daß Strahlen von bestimmter Wellenlänge in solche von anderer, die chemisch wirksamer, umgewandelt werden. Es ist also nicht immer als Überträger von Licht, sondern auch als Umwandler desselben wirksam.

Nach O. Warburg ist der Assimilationsprozeß von allen Lebensprozessen am allerempfindlichsten gegen die Einwirkung oberflächenaktiver Stoffe. Bereits Konzentrationen von einigen Millimol pro Liter von verschiedenen Urethanderivaten heben die Assimilation auf. Da der Assimilationsprozeß sich nicht in einem homogenen Medium abspielt, sondern sowohl in einer Lipoid- wie in einer Hydroidphase, muß die Aufnahme der Ausgangsstoffe wie die Abgabe von Zwischen- und Endprodukten durch die Grenzfläche von Lipoid- und Hydroidphase erfolgen. Jede Blockierung dieser Grenzfläche, z. B. durch oberflächenaktive Stoffe, die sich ja gerade auf ihr kondensieren, auch wenn sie im Innern der Flüssigkeit nur in sehr geringer Konzentration vorhanden sind, muß assimilationshemmend oder -unterbindend wirken. Bei höheren Konzentrationen der oberflächenaktiven Stoffe tritt eine sichtbare Entmischung von Hydroid- und Lipoidphase ein. An den Grünalgen zeigte sich bei Zusatz von Äthylurethan eine tropfige Entmischung des vorher homogenen Chloroplasten, wobei dann tiefdunkelgefärbte Tröpfchen in einer mehr oder weniger entfärbten Grundsubstanz zu sehen waren. (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Januar 1920.)

Bei der Kohlensäureassimilation durch grüne Algen (Chlorella vulgaris) ergaben sich nach Warburg für die verschiedenen Lichtsorten folgende Nutzeffekte (Verhältnis zwischen gewonnener chemischer Arbeit und absorbierter Strahlungsenergie)

für Rot	(600 bis 710 $\mu\mu$)	14%,
„ Gelbrot	(600 bis 650 $\mu\mu$)	20%,
„ Orange	(570 bis 610 $\mu\mu$)	23%,
„ Gelb	(550 bis 590 $\mu\mu$)	21%,
„ Grün	(510 bis 550 $\mu\mu$)	15%,
„ Blau	(445 bis 500 $\mu\mu$)	13%.

Junge Thymianpflanzen wurden unter weißem, blauem und rotem Glas aufbewahrt. Unter letzterem blühten sie nur mangelhaft oder gar nicht auf; unter ersteren wuchsen sie wie Freilandpflanzen. Letztere enthielten im Öl 52% Thymol, die blau bestrahlten nur 36%, die rot bestrahlten 25%, die unter weißem Glas 45%. (Nach Canals.)

Manche Substanzen verändern sich schon durch bloße Einstrahlung verschiedener Lichtsorten. So entsteht z. B. dabei aus Azeton Methan und Essigsäure.

Andere Substanzen werden erst in Gegenwart von gewissen Katalysatoren durch Licht verändert, so geht Benzoesäure bei Gegenwart von Ferrisulfat in Salicylsäure über. Auch biologisch wichtige Substanzen wie Zucker, Alkohole, Aminosäuren können nach Neuberg bei Anwesenheit gewisser Katalysatoren im Licht abgebaut werden.

Man sollte meinen, daß mit der Zunahme des Chlorophylls die Assimilation entsprechend stärker werde. Dies ist nicht immer der Fall. Sehr krautige Kartoffelsorten geben oft geringe Ernten und umgekehrt. Die als Mangold bezeichnete Rübe wird als Blattgemüse gezüchtet und hat dünne Wurzeln, während die Zuckerrübe dicke, zuckerreiche

Wurzeln bildet. Willstätter und Stoll nehmen an, daß in den Chloroplasten eine Substanz als Kohlensäureakkumulator wirkt — möglicherweise ein Eiweißstoff mit freien Aminogruppen — und daß ein Ferment bei der Assimilation beteiligt ist.

Nach O. Warburg verläuft auch die Atmung in den Zellen als ein kapillarchemischer Vorgang an den eisenhaltigen Oberflächen der festen Zellbestandteile, die wie Kohle gelöste Stoffe aus wässerigen Lösungen zu absorbieren vermögen. Die Atmung ist gebunden an eine Eisenkatalyse; ihre Hemmung durch Blausäure z. B. erfolgt, indem diese das Eisen in eine zur Sauerstoffübertragung unfähige Form überführt.

Wenn man Blätter z. B. vom Hohlzahn (Galeopsis tetrahit), dem Spargelkraut (Asparagus officinalis) oder der Wasserminze (Mentha aquatica) mit wenig Alkohol 6 bis 24 Stunden extrahiert und den Extrakt auf dem Objektträger 4 bis 12 Stunden langsam eintrocknen läßt, erhält man neben den rötlichen Kristallen von Karotinoiden grüne, mikrokristallinische Drei- oder Sechsecke des Äthylchlorophyllids.

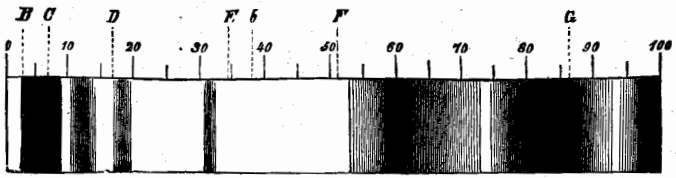


Abb. 3. Absorptionsspektrum des Chlorophylls.
In dem Spektrum, wie man es mit Hilfe eines Prismas erzeugen kann, ist die Lage der Frauenhoferschen Linien (*B* bis *G*) angedeutet. Schaltet man zwischen die Lichtquelle und den Spalt des Spektroskops eine alkoholische Chlorophyllösung ein, so erscheinen die dunklen Absorptionsbänder. Durch stärkere Lösungen wird der brechbarere Teil des Spektrums (von der Linie *F* bis *G*) ganz verdunkelt. Dieser Teil der Figur ist aber so gezeichnet, wie er bei Verwendung einer etwas verdünnten Lösung erscheint.

(Kolkwitz.) Legt man zwei bis drei saubere Blattstücke der bekannten Zimmerpflanze Plectogyne (Aspidistra) elatior auf eine Lochkamera mit 3 cm breitem Loch, in der eine elektrische Birne glüht, so sieht man nur grün durchscheinen, fügt man aber noch ein bis zwei weitere Blätter hinzu, so erstrahlt die Kreisfläche, besonders im dunklen Zimmer, in prachtvollem satten Rot. Dieses Rot ist weder das wichtige Assimilationsrot zwischen B und C des Spektrums, auch nicht das bekannte Fluoreszenzrot, sondern das benachbarte etwa letzte Viertel, das dicht vor dem Ultrarot liegende langwelligste Rot, für die Pflanze gleichsam Abfall. Auch starke (filtrierte) Lösungen von Chlorophyll geben dieselbe Erscheinung.

Die eigentlichen Organe der Kohlensäureassimilation in den grünen Zellen sind die Chloroplasten, protoplasmatische Körper, welche meist ein Gemenge von Chlorophyll, Karotin und Xanthophyll enthalten. Das Chlorophyll steht im Dienst der bei wachsender Atmosphärendicke vorherrschenden gelbroten Strahlen, das Karotin (jedenfalls ein gesättigter Kohlenwasserstoff von der Formel $C_{26}H_{38}$) im Dienst der kurzwelligen Strahlen des Himmelsblaues. Die infraroten Strahlen mit einer Wellenlänge bis zu etwa 700 $\mu\mu$, die 80 % der Sonnenenergie enthalten, werden vom Chlorophyll merkwürdigerweise nicht absorbiert. Vom direkten

Sonnenlicht werden nur 0,5 bis 0,7 % für die Assimilation verbraucht, vom diffusen 2,7 %. Da von ersterem 28 %, von letzterem 95 % der gelieferten Energie verbraucht werden, ist ersichtlich, daß für die übrigen Zwecke der Pflanze noch enorme Energiemengen aus den sichtbaren Strahlen zur Verfügung stehen.

Versuche von Nathanson zeigen, daß die assimilatorische Tätigkeit der Pflanze von der Anwesenheit freier Kohlensäure abhängt, nicht von den Ionen. Die Kohlensäure ist in den Lösungen nämlich sowohl in freiem Zustande als auch in Ionenform vorhanden. In Karbonatlösungen ist die Menge der freien Kohlensäure sehr gering, in Bikarbonatlösungen dagegen nicht unbeträchtlich. Man könnte vermuten, daß die Hydroxylionen, welche sich in den Karbonatlösungen vorfinden und in höherer Konzentration giftig sind, die Assimilation hemmen; dies ist jedoch nicht der Fall, denn ein nur geringer Zusatz von Bikarbonat mit viel freier Kohlensäure bringt die Assimilation sofort wieder in Gang.

Der assimilatorische Effekt der weniger Energie liefernden blauen Hälfte des Spektrums ist ungefähr gleich dem der energiereichen gelben Hälfte, und zwar infolge der stärkeren Lichtabsorption. Das Karotin, welches die blaue Hälfte absorbiert, beteiligt sich demnach in früher ungeahnter Weise an der Assimilationstätigkeit; außerdem ist ihm aber auch noch die wichtige Funktion des Enzymschutzes übertragen, indem es gerade diejenigen Strahlen absorbiert, die für die Enzyme am schädlichsten sind (die violetten und ultravioletten Strahlen von 420 $\mu\mu$ Wellenlänge). Es wirkt ähnlich, wenn auch nicht so energisch, wie das Anthocyan, das auch noch die enzymzerstörenden grünen Strahlen verschluckt. Dieser zerstörenden Wirkung der letzteren schreiben es Brown und Morris zu, daß das grüne Laubblatt am Abend weniger Diastase enthält als nach der nächtlichen Verdunkelung. Interessant ist, daß Anthocyan und Karotin die die Diastaseproduktion fördernden Strahlen glatt durchlassen.

Chlorophyll, Karotin und Anthocyan können auch im absoluten Dunkel entstehen, im Licht aber nehmen sie rasch an Menge zu, wenn die komplementäre, von ihnen absorbierte Lichtart vorhanden ist. Organfarbe und komplementäre Lichtarten stehen in einem gewissen genetischen Zusammenhang, indem erstere durch letztere erzeugt wird. So wird Karotin bei Monilia sitophila (= Oidium lupuli) nur ausgebildet, wenn blaue Strahlen, die es absorbiert, vorhanden sind. Da mit zunehmender Tiefe des Wassers die roten Strahlen eher verschluckt werden als die grünen und blauen, sind gelbe und rote in der Tiefe vorherrschend, da sie blaues und grünes Licht leicht absorbieren. Oscillaria sancta färbt sich in rotem Licht grün, in grünem rot.

Grüne Tiere mit Kohlensäureassimilation. Die Assimilationsfähigkeit des Chlorophylls haben sich auch manche Tiere zunutze gemacht, indem sie sich ähnlich wie die Flechtenpilze mit grünen Algenzellen vergesellschaften. Das Ophridium versatile, ein Infusor, das im Frühjahr an den Seeufern mattgrüne Hohlkugeln bildet, ist vollgepfropft mit grünen Körnchen. Eine merkwürdige Symbiose weist auch ein Strudelwurm Convoluta roscoffiensis auf mit einer Geißelalge Chlamydomonas oder Carteria. Er besitzt abweichend von anderen Turbellarien keine Ausscheidungsorgane, auch nimmt er nur

in der Jugend von außen Nahrung auf, bis blattgrünartige Protoplasten, die sich von typischen Pflanzenzellen nur durch den Mangel einer Zellulosehaut unterscheiden, innerhalb des tierischen Gewebes sich reichlich festgesetzt haben. Die junge Larve enthält noch keine grünen Zellen, ist also noch nicht mit Algen infiziert. Die erste Gelegenheit zur Infektion bieten die schleimigen Umhüllungen des Eikokons. Isoliert man Larven vorzeitig aus der Kokonhülle und bringt sie in steriles Seewasser, dann bleiben sie farblos, aber nicht dauernd lebensfähig, denn trotz reicher Futterdarbietung hören sie zu fressen auf, wachsen zu und bekommen große Vakuolen, in denen sich lauter Harnsäurekristalle ausscheiden. Überträgt man solch kranke Larven in unfiltriertes Seewasser, so schwindet die Stoffwechselstörung, die Tiere ergrünen und die Harnsäurekristalle verschwinden. Die Algen nehmen also letztere als Nahrung. (F. Keeble.) Gräfin Maria Linden wies nach, daß die grünen Schmetterlingspuppen von Vanessa in kohlensäurereicher Luft nicht nur zu leben vermochten, sondern darin auch an Gewicht zunahmen, während die Kohlensäure an Gewicht abnahm. In den meisten Fällen wurde auch das Aushauchen von Sauerstoff konstatiert; also fand eine Assimilation der Kohlensäure statt. Wie bei den Pflanzen, sind auch hier die roten und gelbroten Strahlen der Assimilation besonders günstig, während blaue sie verhinderten. Für die Puppen des dem Schwalbenschwanz ähnlichen, nur größeren und bleichgelben Segelvogels (Papilio podalirius) stellte Gräfin Linden fest, daß sie in kohlensäurereicher Luft an Gewicht zunahmen, und zwar innerhalb drei Monaten um 25% ihres ursprünglichen Gewichtes, während sie unter gewöhnlichen Bedingungen an Gewicht verloren. Befördert wurde die Assimilation durch kühle Temperaturen und durch höhere Feuchtigkeit der Luft. Größere Wärme (über 20°) beeinträchtigte sie. Neueste Untersuchungen haben ergeben, daß die Puppen während ihrer Entwicklung sowohl Fett als Zucker zu bilden vermögen. Durch die Elementaranalyse konnte sowohl eine Aufnahme von Kohlenstoff und Stickstoff nachgewiesen werden. Demnach vermögen diese Schmetterlingspuppen sowohl die Kohlensäure als auch den Stickstoff der Luft zu assimilieren. Die Assimilation der Kohlensäure ist also kein fundamentales Unterscheidungsmerkmal mehr zwischen Pflanzen und Tieren.

4. Pflanzenleben ohne Licht.

Unsere Hefen in der Würze oder in der Maische, die Schimmelpilze auf dem Malz und an den Kellerwandungen, die Bakterien im Bier oder Wein oder in der Essigstube, die pathogenen Mikroben des Tierkörpers, sie gedeihen auch im Dunkeln, ja hier sogar besser wie im hellen Sonnenschein, der sie bei längerer Einwirkung geradezu tötet.

Allen diesen Pflanzen fehlt die Fähigkeit, die Kohlensäure zu assimilieren. Und doch zeichnen sie sich vor den anderen Pflanzen durch eine fast tierische Energie aus.

Woher nehmen sie die Kraft, in wenigen Stunden das zu zerstören, woran das grüne Blatt, sei es der Gersten- oder der Kartoffelpflanze, vielleicht den ganzen Sommer über gebaut hat?

Nun, aus den Stoffen selbst, die sie so energisch angreifen, aus dem Zucker, in den die Stärke des Gerstenkorns oder der Kartoffelknolle übergeführt worden ist. Indem sie diese Stoffe zu spalten verstehen, sprengen sie gleichsam die Fesseln, durch welche die Kraft der Sonnenstrahlen gefangen gehalten war, und machen sich einen Teil dieser frei werdenden Kraft nutzbar.

Die chlorophyllosen Pflanzen verhalten sich wie tierische Organismen, indem sie Kohlensäure wohl ausatmen, aber nicht aufnehmen.

Kanalwasser und -schlamm enthalten nach Beijerinck in Unmasse zwei Bakterienarten, die ihre Kohlenstoffnahrung im Dunkeln aus der Kohlensäure entnehmen können.

Bei der einen, Thiobacillus thioparus, wird die hierzu nötige Energie aus der Oxydation von Schwefelwasserstoff (H_2S) zu Schwefel geschöpft oder von Natriumthiosulfat $Na_2S_2O_3$ bzw. von tetrathionsaurem Natron $Na_2S_4O_6$ zu Natriumsulfat Na_2SO_4 und Schwefel.

Bei der anderen Bakterie, Thiobacillus denitrificans, wird die Energie geliefert durch die Oxydation von Schwefel nach Reduktion eines Nitrats zu elementarem Stickstoff. — Auch bei der Spaltung von Rhodanaten, z. B. Ammoniumhodanat ($CNSNH_4$), durch Bakterien unter Bildung von freiem Schwefel findet Kohlensäureassimilation statt.

Nathanson hat Ähnliches auch für Bakterien des Meeres festgestellt.

Also im Kanal- und Meeresschlamm bildet sich aus Kohlensäure in der Dunkelheit ständig organische Substanz in den Bakterienleibern bei Gegenwart von S oder H_2S und des zur Oxydation derselben erforderlichen Sauerstoffs.

Die Reduktion der Sulfate und die Denitrifikation bewirken vorhandene organische Stoffe bei Sauerstoffabwesenheit. Der Sulfat- bzw. Nitratsauerstoff ermöglicht demnach eine Art innere Verbrennung, die als Oxydationsvorgang aufgefaßt werden kann. Er kann jedoch das Leben nicht auf die Dauer unterhalten; hierzu sind fortgesetzt neue Mengen von freiem Sauerstoff erforderlich. Hiervon bedürfen die Aërobier große Mengen; die Anaërobier begnügen sich mit wenig.

Mit Hilfe von phosphoreszierenden Bakterien läßt sich in Kulturmedien die Gegenwart von freiem Sauerstoff leicht nachweisen. Dies gelingt sogar in H_2S-Wasser und in gesättigten Sulfitlösungen. Dagegen sind die Schwefelwasserstofflösungen, die in hermetisch geschlossenen Gefäßen durch Sulfatreduktion von Mikroben gebildet sind, frei von Sauerstoff. Das gleiche gilt für energische alkoholische Gärungen. Die Mikroben besitzen demnach die Fähigkeit, den freien Sauerstoff vollkommen aus ihrer Umgebung zu entfernen, während chemische Agentien hierzu nicht imstande sind. (Beijerinck, Archives néerl. sc. ex. et nat. (2) 9. 131 bis 157, 29./4.)

Im Schlamm sind natürlich organische Stoffe vorhanden, die zum Aufbau der Bakterienleiber mit herangezogen werden können. Im Schlamm der Urmeere fehlte aber solche organische Substanz.

Nun gibt es Bakterien, welche auch im Dunkeln Kohlensäure zu assimilieren vermögen, und zwar bei Darbietung von bloß **anorganischen** Nährsalzen und Sauerstoff.

Wir werden nicht fehlgehen in der Annahme, daß Bakterien mit solchen Fähigkeiten zuerst die Urmeere bevölkert haben. Wie sie entstanden sind, darüber wissen wir nichts Gewisses, können nur Mutmaßungen aussprechen. Die einen nehmen an, daß die ersten Lebenskeime durch Urzeugung entstanden, die anderen, daß durch den Strahlungsdruck der Sonnen Lebenskeime mit dem kosmischen Staub von anderen Welten auf unsere Erde gefallen seien. Außer auf der Erde seien auf dem Mars (10° Durchschnittstemperatur) und der Venus (40°) zur Zeit Existenzbedingungen gegeben.

Die Bakterien, um die es sich hier handelt, leiten Oxydationen ein und benutzen die hierbei gewonnene Energie zur Kohlensäurespaltung.

Eine solche Energie wird frei bei der Oxydation des Ammoniaks zu salpetriger Säure durch die sogenannten Nitrosobakterien (Winogradsky) oder bei der Weiterführung der Oxydation von der salpetrigen Säure zur Salpetersäure durch die sogenannten Nitrobakterien (Beijerinck).

Endlich kann auch die bei der Oxydation von Wasserstoff gewonnene Energie von gewissen Bakterien benutzt werden, um Kohlensäure im Dunkeln zu assimilieren. Kaserer fand solche Bakterien im Erdboden, an derselben Stätte, wo bei der anaëroben Zersetzung der Zellulose der Blätter und anderer Pflanzenteile durch Bakterien Gelegenheit zur Bildung von Wasserstoff und Methan neben Kohlensäure gegeben ist. Die anorganische Nährlösung, die Kaserer benutzte, bestand aus 100 Teilen Wasser, 0,05 Dikaliumphosphat, 0,10 Ammonchlorid, 0,02 Magnesiumsulfat, einer Spur Eisenchlorid und 0,10 Natriumbikarbonat. Bei Weglassung des letzteren Bestandteils erhielt er durch Anhäufungskulturen schließlich Bakterien, welche auch Methan aufzehrten. Solange die Methan- und Wasserstoffbakterien wirksam sind, verhindern sie die Nitrifikation in den Rohkulturen.

Das Verwittern von Felsen ist nicht bloß auf atmosphärische Einflüsse zurückzuführen, sondern auch auf die Minierarbeit von solchen Bakterien, die außer der anorganischen Nahrung, die der Fels bietet, nur noch der Kohlensäure aus der Luft bedürfen, um lebensfähig zu bleiben. Am Faulhorn sind solche Bakterien zahlreich in dem morschen Gestein nachgewiesen worden. Bei der Oxydation von Ammoniak zu Salpetersäure durch die Nitrobakterien wird kalkiges Gestein ebenfalls leicht zur Auflösung und Rißbildung kommen.

Beijerinck hat gezeigt, daß im Dunkeln in einer anorganischen Nährlösung mit Kalksalpeter und Schwefel ein Bakterienschleim entstehen kann, der so reich ist an Kohlenstoff, daß der Schleim mit starker Schwefelsäure verkohlt. Zusammenfassend können wir sagen: ein Leben ohne Licht ist möglich. Wie aber im Dunkeln sich der erste Lebenskeim, sagen wir das erste Bakterium, entwickelt hat, das wissen wir nicht.

Mutmaßlicher Ursprung der organischen Substanz im Licht ohne Lebenskeime.

Aus Kohlensäure + Wasser + Licht kann unter Mithilfe von Eisensalzen zuerst Oxalsäure entstehen unter gleichzeitiger Abspaltung von Sauerstoff. $4\ CO_2 + 2\ H_2O + \text{Licht} = 2\ H_2C_2O_4 + O_2$. Von allen organischen Stoffen steht die Oxalsäure der Kohlensäure am nächsten, und die Oxalsäure findet sich allenthalben in den verschiedenen Pflanzenteilen, insbesondere in den Blättern.

Das Licht reduziert also wahrscheinlich zunächst die Kohlensäure bis zur Oxalsäure. Weiter würde sich durch Zerfall der Oxalsäure leicht Ameisensäure bilden können. $2\ C_2O_4H_2 = 2\ CO_2H_2 + 2\ CO_2$ und aus der Ameisensäure Formaldehyd $2\ CO_2H_2 = COH_2 + CO_2 + H_2O$.

Vom Formaldehyd führt ein gerader Weg zu den Kohlenhydraten (durch Polymerisation des Formaldehyds entsteht Traubenzucker) und von diesen durch mannigfaltige Zersetzungen zu den aliphatischen Oxykarbonsäuren usw., womit man dann mitten in der organischen Chemie angelangt ist.

Nach Connick wird im Verlauf der Assimilation Formaldehyd gebildet, und infolge reduzierender Einflüsse entstehen aus ihm bzw. aus mehreren vereinigten Molekülen Methylalkohol, Glykol, Glyzerin, Erythrit, Arabit. Harries meint, daß Pentosane zu Terpenen reduziert und weiterhin zu Kautschuk kondensiert werden.

Die Bildung von Ferrioxalat dürfte uns an den Ort führen, wo der geologische Ursprung der organischen Chemie liegt (Emil Bauer, Z. f. physiol. Chemie 1908, 6. Heft).

Da sich Oxalsäure auch aus Cyan und Wasser bildet, die beide in den vulkanischen Eruptionsgasen vorkommen, so dürfte vielleicht auch hier die Wiege der organischen Chemie anzunehmen sein.

Neuere Beobachtungen von O. Lehmann (1904) an flüssigen Kristallen haben gezeigt, daß auch in der „unbelebten Substanz" Bewegungs-, Wachstums- und Teilungsvorgänge sich abspielen können. Hier sei verwiesen auf seinen zusammenfassenden Bericht

Wie im einzelnen dieser Vorgang, auf den zuerst Hellriegel aufmerksam machte, sich vollzieht, ist noch unbekannt. Beijerinck konnte bei Benutzung von 1 kg isolierter Knöllchen selbst nach 12 bis 20 Tagen keine Spur einer Stickstoffbindung feststellen.

Neuerdings impft man Böden mit Reinkulturen derjenigen Knöllchenbakterien, welche für die zu pflanzende Fruchtart typisch sind, und sorgt durch Zugabe von geeigneten Nährstoffen, wie Magermilch, Zucker und Pepton, daß die Impfmasse nicht vorzeitig abstirbt, sondern befähigt bleibt, die jungen Wurzeln zu infizieren und zur Knöllchenbildung zu bringen.

Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen geben jährlich viele Tausende von Reinkulturen zur Impfung der Böden ab, die mit Leguminosen bepflanzt werden sollen.

Von besonderer Bedeutung für die Kenntnis der Stickstoffassimilation wurde der Nachweis, daß es auch Bakterien gibt, welche selbständig, ohne Symbiose mit anderen Pflanzen, den atmosphärischen Stickstoff assimilieren können.

Winogradsky hat zwei Clostridiumarten gefunden, die in den Böden weit verbreitet sind und für sich allein den Stickstoff binden. Besonders studiert ist sein Cl. Pasteurianum.

Freudenreich fand eine dritte Art und Beijerinck den aëroben Azotobacter chroococcum, der auch sehr verbreitet ist.

Hofer hat zur Hebung der Fischproduktion in Teichen die Begünstigung des Azotobacter angestrebt, indem er die Teiche mit an Kohlehydrat reichen Stoffen düngte, wie Abfallzellulose, gedämpften Holzschliff, Biertreber, Sulfitlauge; er fand den Azotobacter in solchen Teichen auch auf Algen, wie Oedogonium, zahlreich angesiedelt.

Eine ähnliche Beobachtung machte Verf. an den mit Algen reichlich bewucherten Berieselungskondensatoren der Brauereien. Azotobacter vermehrte sich hier überaus kräftig zwischen den verschiedenen Algen. Auch auf Meeresalgen sind Azotobacterarten häufig angesiedelt. Auf stickstoffarmen Böden untergepflügt geben sie meist gute Ernten, zumal infolge ihres Gehaltes an Kali und Phosphorsäure.

Während die Leguminosenknöllchen unterirdisch den Stickstoff speichern, gibt es ein bisher einzig dastehendes Beispiel auch für oberirdische Stickstoffspeicherung. Lolium temulentum, der bekannte Taumellolch lebt zumeist mit einem Schimmelpilz in Symbiose, der die Aleuronschicht umspinnt und der das Taumelgift verschuldet. Sät man Körner, die pilzfrei sind, in stickstofffreiem Nährboden aus, so stimmt die Stickstoffernte ungefähr mit dem ursprünglichen Stickstoffgehalt der ausgesäten Körner überein. Pilzhaltige Körner lieferten unter gleichen Bedingungen 100 % mehr Stickstoff in der Ernte. (Hannig, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908, S. 238.)

Um für die Kulturpflanzen zugänglich zu werden, müssen die Eiweißstoffe oder Amide der Stickstoffsammler wieder in Ammoniak übergeführt werden, dieses durch Nitritbildner in salpetrigsaure Salze, diese wieder durch Nitratbildner in Salpeter, also in die Form, welche von *den weitaus meisten Kulturpflanzen direkt aufgenommen* und verwertet *werden kann.*

Wie im einzelnen dieser Vorgang, auf den zuerst Hellriegel aufmerksam machte, sich vollzieht, ist noch unbekannt. Beijerinck konnte bei Benutzung von 1 kg isolierter Knöllchen selbst nach 12 bis 20 Tagen keine Spur einer Stickstoffbindung feststellen.

Neuerdings impft man Böden mit Reinkulturen derjenigen Knöllchenbakterien, welche für die zu pflanzende Fruchtart typisch sind, und sorgt durch Zugabe von geeigneten Nährstoffen, wie Magermilch, Zucker und Pepton, daß die Impfmasse nicht vorzeitig abstirbt, sondern befähigt bleibt, die jungen Wurzeln zu infizieren und zur Knöllchenbildung zu bringen.

Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen geben jährlich viele Tausende von Reinkulturen zur Impfung der Böden ab, die mit Leguminosen bepflanzt werden sollen.

Von besonderer Bedeutung für die Kenntnis der Stickstoffassimilation wurde der Nachweis, daß es auch Bakterien gibt, welche selbständig, ohne Symbiose mit anderen Pflanzen, den atmosphärischen Stickstoff assimilieren können.

Winogradsky hat zwei Clostridiumarten gefunden, die in den Böden weit verbreitet sind und für sich allein den Stickstoff binden. Besonders studiert ist sein Cl. Pasteurianum.

Freudenreich fand eine dritte Art und Beijerinck den aëroben Azotobacter chroococcum, der auch sehr verbreitet ist.

Hofer hat zur Hebung der Fischproduktion in Teichen die Begünstigung des Azotobacter angestrebt, indem er die Teiche mit an Kohlehydrat reichen Stoffen düngte, wie Abfallzellulose, gedämpften Holzschliff, Biertreber, Sulfitlauge; er fand den Azotobacter in solchen Teichen auch auf Algen, wie Oedogonium, zahlreich angesiedelt.

Eine ähnliche Beobachtung machte Verf. an den mit Algen reichlich bewucherten Berieselungskondensatoren der Brauereien. Azotobacter vermehrte sich hier überaus kräftig zwischen den verschiedenen Algen. Auch auf Meeresalgen sind Azotobacterarten häufig angesiedelt. Auf stickstoffarmen Böden untergepflügt geben sie meist gute Ernten, zumal infolge ihres Gehaltes an Kali und Phosphorsäure.

Während die Leguminosenknöllchen unterirdisch den Stickstoff speichern, gibt es ein bisher einzig dastehendes Beispiel auch für oberirdische Stickstoffspeicherung. Lolium temulentum, der bekannte Taumellolch lebt zumeist mit einem Schimmelpilz in Symbiose, der die Aleuronschicht umspinnt und der das Taumelgift verschuldet. Sät man Körner, die pilzfrei sind, in stickstofffreiem Nährboden aus, so stimmt die Stickstoffernte ungefähr mit dem ursprünglichen Stickstoffgehalt der ausgesäten Körner überein. Pilzhaltige Körner lieferten unter gleichen Bedingungen 100 % mehr Stickstoff in der Ernte. (Hannig, Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1908, S. 238.)

Um für die Kulturpflanzen zugänglich zu werden, müssen die Eiweißstoffe oder Amide der Stickstoffsammler wieder in Ammoniak übergeführt werden, dieses durch Nitritbildner in salpetrigsaure Salze, diese wieder durch Nitratbildner in Salpeter, also in die Form, welche von den weitaus meisten Kulturpflanzen direkt aufgenommen und verwertet werden kann.

Vor dem Übertritt in das Eiweißmolekül wird die Salpetersäure aber offenbar wieder zu Ammoniak reduziert, da in ersterem der Stickstoff als NH_2 (Amino-)Gruppe enthalten ist. In der Pflanze kommen Nitrate nur ausnahmsweise bei sehr starker Salpeterdüngung vor. In nitratfreien Böden erweisen sich selbst die echten Salpeterpflanzen als nitratfrei. Von löslichen organischen Verbindungen, welche die Pflanze zu assimilieren vermag, sei hier Aminoessigsäure, Harnstoff, Leuzin, Tyrosin und Asparagin erwähnt. Nach Baseler gediehen Maispflanzen in Nährlösungen besser, wenn ihnen der Stickstoff in Form von Asparagin gereicht wurde, als in Form von Kalisalpeter. Wenn auch die Assimilation der N-Verbindungen und der Aufbau der Eiweißkörper in den N-bindenden Bakterien sich unabhängig vom Licht und Chlorophyll vollzieht, so dürften doch diese Prozesse auch in chlorophyllhaltigen niederen und höheren Pflanzen auf chemosynthetischem Wege zustandekommen. Der Weg jedoch, auf welchem alle diese N-Verbindungen in Eiweiß übergehen, ist noch vollkommen dunkel; ebenso unbekannt ist, auf welche Weise die einzelnen Zellelemente, Chloroplasten oder dgl. daran beteiligt sind. O. Löw in Verbindung mit Suzuki und Kinoshita ist es gelungen, zu beweisen, daß im pflanzlichen Stoffwechsel aus NH_3 und N-freien organischen Verbindungen Asparagin gebildet werden kann, und daß dieses bei Gegenwart passender Kohlenstoffnahrung, z. B. Glyzerin, ohne Licht zu Eiweiß aufgebaut wird.

Verf. hat Hefen (Willia belgica) in mineralischer Nährlösung gezüchtet, der allmählich Ammoniak- und Alkoholdämpfe zugeführt wurden. Also hier Eiweiß- und Zellhautbildung, später auch Fettbildung bei Darbietung von so einfachen Bausteinen wie Alkohol und Ammoniak!

Löw nimmt an, daß aus NH_3 und einem Körper von der Zusammensetzung CH_2O durch Kondensation Asparaginaldehyd entsteht, welcher in statu nascendi unter Zutritt von S und durch reduzierende Prozesse entstandenen Wasserstoff zu Eiweiß sich aufbaut. Über die spezifische Natur der Eiweißverbindungen z. B. in den Samen verschiedener Pflanzen geben einige Andeutungen die bei der Spaltung während des Keimprozesses auftretenden Verbindungen. So findet sich bei den Leguminosenkeimlingen hauptsächlich Arginin und Amidovaleriansäure neben wenig Leuzin und Tyrosin. In den Koniferensamen herrscht das Arginin vor, während im Kürbissamen das Glutamin, im Spargel das Asparagin und im Zuckerrohr das Glykokoll vorherrscht. In der Zuckerrübe sind fast alle aufgezählten Spaltungsprodukte vertreten, außerdem Betaïn, Cholin, Trymethylamin.

Nach M. Treub enthalten Blätter von Phaseolus lunatus, die erst den vierten oder dritten Teil ihrer endlichen Größe erreicht haben, 0,15 bis 0,3 % ihres Frischgewichtes Blausäure. Erwachsene Blätter enthalten bedeutend weniger und diese dann auch fester gebunden. Im Verlaufe einer Nacht läßt sich keine Abnahme der Blausäure feststellen, wohl aber tritt eine solche ein, wenn die Pflanze mehrere Tage im Dunkeln gehalten wird. Stellt man junge Blätter mit Stielchen in 4- bis 5%ige

Dextroselösung, dann ist die Blausäurebildung besonders stark. Ebenso gute Resultate ergibt Laktose, während Galaktose wie ein Gift wirkt; auch Mannit und Arabinose haben einen schädlichen Einfluß. Blätter, denen mit Kohlehydraten zugleich Kaliumnitrat zugeführt wurde, gaben mehr blausäure- als nitratfreie Zuckerlösungen. Treub schließt aus seinen Versuchen, daß auch bei Phaseolus lunatus ebenso wie bei Pangium edule die Blausäure das erste erkennbare Produkt der Stickstoffassimilation sei.

A. Gautier hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Salpetersäure durch Formaldehyd zu Blausäure reduziert werden kann. $2\,HNO_3 + 5\,CH_2O = 2\,CHN + 3\,CO_2 + 5\,H_2O$. Blausäure kann weiter zu Aminosäure verarbeitet werden.

Nach R. O. Herzog ist die Eiweißsynthese als ein durch ein Enzym bewirktes, wahrscheinlich unter Austritt von Wasser erfolgendes Zusammenfügen der N-haltigen Bausteine des Eiweißmoleküls aufzufassen. Spaltung und Wiederaufbau der Eiweißkörper bedingen nur minimalen Energieaufwand. (Schulze, Landw. Jahrbücher 1906, Heft 4.)

Die Eiweißbildung ist ein Kondensationsprozeß, den wir an dem Beispiel der einfachsten Aminosäure, des Glykokolls $CH_2\,NH_2\,COOH$ einmal betrachten wollen. 2 Moleküle Glykokoll $- H_2O = 1$ Molekül $NH_2\,CH_2\,CONH\,CH_2COOH$. Durch fortschreitende Kondensation kommt man von den Aminosäuren über die Peptone und Albumosen zu den eigentlichen Eiweißkörpern, deren unendliche Mannigfaltigkeit sich aus dem wechselnden Bestand an verschiedenartigen Aminosäuren herleitet. Es ist das Verdienst Emil. Fischers, die grundlegenden Richtlinien zur Eiweißsynthese ausgearbeitet zu haben.

Der Landwirtschaft fällt die Aufgabe zu, möglichst viel Eiweißstoffe zu produzieren. Der Bedarf an Stickstoff für die Hauptkulturarten Roggen, Weizen, Kartoffeln, Gerste, Hafer und Wiesenland für Deutschland im Jahre 1918 ist von P. Ehrenberg mit $1^1/_3$ Millionen Tonnen berechnet worden.

Dazu lieferte die Luft mit ihren Niederschlägen .	50000 t N.
stickstoffsammelnde Kleinlebewesen aller Art . .	200000 t N,
die „alte Kraft" des Bodens (Stoppeln, Wurzel usw.)	700000 t N,
Stalldünger in den ersten vier Nutzungsjahren .	135000 t N,
Jauche, Gründüngung und Kompost	19000 t N,
menschliche Auswurfsstoffe in den ersten vier Jahren	7000 t N,
die Luftstickstoff- und sonstige Düngerindustrie .	92000 t N,
	1203000 t N.

Die „alte Kraft" des Bodens läßt naturgemäß nach, wenn der Stalldünger an Menge und Kraft abnimmt und infolge weniger sorglicher Behandlung mehr Verluste erleidet. Menschliche Fäkalien, die pro Jahr 250000 t N darstellen, können kaum zu $^1/_{10}$ wegen zu großer Verluste in Ansatz gebracht werden. Rieselgüter und Kanalisationsanlagen sind alles andere, als landwirtschaftlich zweckmäßige Nutzungsbetriebe.

Der Vorschlag des Verf., menschliche Fäkalien auf naturgemäße Weise durch Fliegenlarven aufarbeiten zu lassen — in fünf Tagen ist der Prozeß vollendet, ohne daß sonderliche Verluste zu verzeichnen sind, dafür sind die Bakterien und unverdauten Stoffe durch die Larven in Form von Fett und Eiweiß umgewandelt — hat leider noch keine technische Durchführung erfahren.

Die größte Hoffnung für eine ausreichende N-Versorgung bietet die Luftstickstoffindustrie; aber auch hier gibt es Fehlschläge, wie das Explosionsunglück in Oppau gezeigt hat. Neuerdings spielt synthetischer Harnstoff und doppeltkohlensaures Ammon als N-Dünger eine größere Rolle; letzteres namentlich auf sauren Böden. Von größter Bedeutung für den Ernteausfall ist die rechtzeitige Stickstoffdüngung im Frühjahr. Gerade im Frühjahr bedarf die junge Pflanze einer Stickstoffzufuhr, da die Bodenbakterien noch nicht recht wirksam. Je eher die junge Pflanze kräftige Wurzel- und Blattbildung zeigt, desto besser sichert sie sich gegen Austrocknung und tierische Schädlinge. Frühzeitige Futterpflanzen und Frühgemüse sichern eine zeitige Erhöhung des Milchertrages und machen den einsetzenden Kartoffelmangel weniger fühlbar.

Eine verhältnismäßig geringe Gabe leichtlöslicher Stickstoffsalze wirkt oft Wunder bei Saaten, die durch den Winter gelitten haben, und manches Winterweizenfeld, das bereits der Umackerung verfallen schien, hat noch befriedigende Ernten geliefert. Manches Feld mit zarten Rübenpflänzchen ist durch sie rechtzeitig vor dem Aufkommen von allen schädlichen Käfern, Würmern, Fliegen und Larven gekräftigt worden, es ist, wie der Landwirt sagt, den „Zähnen des Ungeziefers entrissen".

Der verhältnismäßig geringen Zufuhr von löslichen Stickstoffverbindungen aus der Luft durch Gewitterregen[1]) und gewöhnlichen Regen, Schnee, Hagel, Tau, die verdunstetes Ammoniak aus dem Acker, Dungstätten, Stallungen, Schornsteingasen aufgenommen haben, stehen

---

[1]) Die atmosphärische Luft enthält außer etwa 21 Vol.% Sauerstoff 78 Vol.% Stickstoff, 0,94 Vol.% Argon, Spuren von Helium, Neon, Krypton und Xenon, veränderliche Mengen Kohlensäure und Wasserdampf; gelegentlich beigemengt Kohlenoxydgas, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, kohlensaures und salpetersaures Ammon, Salpetersäure, Ammoniak, Wasserstoffsuperoxyd und Wasserstoff, in der Nähe des Meeres auch etwas Chlornatrium. Die Kohlensäure schwankt in London zwischen 0,301 Liter (in den Parks) bis 0,720 Liter (bei Nebel) im Kubikmeter Luft. Der Ammoniakgehalt schwankt zwischen 0,0004 und 0,476 Gewichtsteilen NH_3 in 10000 Gewichtsteilen Luft; der Salpetersäuregehalt der Luft in London wurde auf 0,0084 Gewichtsteile ermittelt. Im Regenwasser ist etwa 33 mal soviel Kohlensäure und zweimal soviel Sauerstoff als in der Luft enthalten. 1 cbm Regenwasser enthielt an Ammoniak (als Nitrat, Nitrit und namentlich Karbonat) im Mittel 3,004 g, an Salpetersäure 3,01 g. Von 77 Regenwasserrückständen enthielten nur 17 Gewitterregenwässer deutliche Salpetersäuremengen, teils an Kalk, teils an Ammoniak gebunden. Während 1 cbm Luft durchschnittlich 1,472 mg Ammoniak enthält, enthält das Regenwasser 3,004, d. h. das **2040fache.** Schnee absorbiert noch besser als Regenwasser. Goppelsröder fand in 1 kg Schneewasser 2 bis 7 mg Salpetersäure. In Bodenwässern wurden bis 30 mg Ammoniak und bis 258 mg Nitrat bzw. Nitrit gefunden pro Liter. (Aus Hirschwald: Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung.)

ziemlich beträchtliche Verluste gegenüber, die durch Auswaschung, Zersetzung und Bindung der N-Substanzen durch die Begleitorganismen der Kulturpflanzen, wie Pilze, Algen, Bakterien im Boden entstehen. Die Auswaschung ist namentlich beim Fehlen einer schützenden Pflanzendecke nach der Ernte und im Frühjahr beträchtlich. Bei andauerndem Regen können infolge schwacher Wasserverdunstung der Blätter die stickstoffhaltigen Nährsalze von den Wurzeln aus nicht schnell genug nach oben befördert werden und unterdessen Zersetzungen durch denitrifizierende Bakterien erleiden.

Auf die flüchtigen organischen Stoffe wie Alkohol hat man noch zu wenig geachtet. Nach einer Angabe in Meyers Konversationslexikon soll 1 cbm Regenwasser 1 g Alkohol enthalten.

6. Die biologischen Vorgänge im Boden.

Nachdem Robert Koch bereits 1881 auf das zahlreiche Vorkommen von Bakterien im Ackerboden aufmerksam gemacht und Hellriegel und Willfarth 1887 auf die Bedeutung der Knöllchen an den Wurzeln der Leguminosen, Erlen und Ölweiden als Stickstoffsammler hingewiesen, zeigte Woronin, daß in den Knöllchen Bakterien enthalten sind. Beijerinck gelang 1888 die Züchtung derselben auf künstlichen Nährböden. Man berechnete, daß vor dem Krieg in Deutschland durch die Knöllchenbakterien jährlich etwa 250000 t Stickstoff, also etwa das Dreifache der früheren Einfuhr an Chilesalpeter niedergelegt wurden.

Winogradski und Bredemann zeigten, daß die luftscheuen Buttersäurebakterien Clostridium Pasteurianum und Bacillus amylobacter ebenfalls Luftstickstoff zu assimilieren vermögen, Beijerinck stellte ein gleiches für den aëroben Azotobacter fest (1901). Alfred Koch fand den fördernden Einfluß von Zucker und besonders von Mannit auf die Stickstoffbindung im Boden. Caron begann dann mit Versuchen im großen durch Aussaat des „Alinit" genannten Präparates, einer Reinkultur von Bacillus ellenbachiensis, auf seinen Äckern.

Man erkannte auch die Bedeutung der Zellulosezersetzung bei der Stallmistdüngung und Gründüngung als Energiequelle bei der Stickstoffbindung (Christensen, Pringsheim).

Nach Hofer fördert den Fischzuwachs in Teichen eine Düngung mit Kalk, Kali, Phosphorsäure und Abfallzellulose, welche zunächst eine lebhafte Vermehrung des Planktons einleitet, wobei besonders die Azotobacterarten ihre stickstoffsammelnde Wirkung äußern. Im Kubikzentimeter Ackerboden sind 1 bis 50 Millionen Organismen; bei einem N-Gehalt von etwa 4000 kg pro ha steigert sich derselbe durch letztere vielleicht um 40 kg pro Jahr.

Auf leichten Böden findet im Gegensatz zu schweren ein schneller Abbau der Stickstoffverbindungen statt. Remy glaubte in der Menge Ammoniak, welche eine mit dem zu untersuchenden Boden geimpfte Peptonlösung liefert, einen Maßstab für den Stickstoffabbau in dem

betreffenden Boden zu haben. Das Ammoniak wird durch Nitrit- und Nitratbakterien oxydiert; die dabei freiwerdende Energie benutzen die Bakterien, um Kohlensäure zu reduzieren. Die Nitratbildung setzt viel Luft, normale Feuchtigkeit und neutrale oder schwach basische Reaktion des Bodens voraus. Tonböden sind zu feucht, Moorböden zu sauer zur Nitratbildung. Das Kalken der letzteren ist ohne den erwarteten Erfolg geblieben. (Nat. Woch. N. F. XX, 34. S.)

Auf unkultivierten Moorböden findet eine Nitrifikation überhaupt nicht statt oder nur in geringem Maße. Auf Sandböden verläuft sie sehr schnell, daher auf diesen die Frühjahrsdüngung besser als die Herbstdüngung. In zu nassen Böden wird der Salpeter leicht zerstört und freier Stickstoff entweicht in die Luft; noch schneller, innerhalb weniger Tage, vollzieht sich dieser Prozeß in Gewässern. Ist viel kohlenstoffhaltige Substanz zugegen, so bewirkt diese eine starke Bakterienvermehrung, für die wieder eine Menge Stickstoff als Nahrung beansprucht wird; diese wird aber dann den Kulturpflanzen entzogen. Verrottete Pflanzensubstanz ist daher zur Düngung günstiger als frische. Lemmermann konnte durch frischen Pferdedung 40% Ernteverlust feststellen; ein 6 Wochen lang vor der Düngung verrotteter Pferdedung gab dagegen 10% Mehrertrag.

Die Bodenorganismen erzeugen erhebliche Mengen Kohlensäure, nach Pfeiffer etwa 5000 kg pro ha, die zum Teil den bodennahen Blättern der Kulturpflanzen als Nahrung dient, zum Teil in das Grundwasser übergeht. Sie stammt aus der Zersetzung der Zellulose der Stoppeln und Wurzeln und aus der Atmung der lebenden Wurzeln. Bei der Zellulosezersetzung bilden sich außer Kohlensäure noch Fettsäuren und Wasserstoff oder Methan. Am meisten sind aërobe Mikroben dabei beteiligt: Pilze, Aktinomyceten, Bakterien. Um diesen günstige Gelegenheit zur Arbeit zu geben, empfiehlt es sich, Stallmist und Gründüngung nur leicht unterzupflügen; nasse Böden zu entwässern und schwere zu kalken, da der Kalk die für die Durchlüftung wichtige krümelige Struktur des Bodens erzeugt. Auf leichten Böden ist jedoch der Kalk nur vorsichtig zu verwenden, da er einen zu raschen Abbau der Stoffe und daher mangelhafte Humusbildung bedingt, die gerade für den Boden und für die nützliche Arbeit der Regenwürmer von größter Bedeutung ist.

Das wird man verstehen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß die Masse der Regenwürmer unter einer Wiese ungefähr gleichkommt der Lebendgewichtzunahme des Weideviehes, das diese Wiese abgrast.

Bei der Bedeutung der Düngungsstoffe mögen diesen einige Worte gewidmet werden. Ammoniaksalze fanden früher wenig Verwendung, waren auch selten zu haben, da sie durch trockene Destillation von Horn (Hirschhornsalz), Kamelmist (z. B. in den Oasen des Jupiter Ammon, daher Ammoniak) hergestellt wurden. Nach Erfindung des Schießpulvers ließ man organische Stoffe in Gegenwart von Pottasche verwesen und erhielt so Salpeter. Noch heute sind in Indien solche Salpeterplantagen in Betrieb. Guano und Chilesalpeter folgten. Ersterer

enthält neben Harnsäure wertvolle Phosphorsäure und stellt Vogelexkremente dar. Letzterer hat sich jedenfalls, dem Jodgehalt nach zu schließen, aus Seetangen an der Westküste Chiles gebildet und wird durch ein neuerdings verbessertes Auslaugeverfahren von dem im sogenannten Callicheboden mit vorhandenem Kochsalz getrennt. Der Krieg schnitt die Zufuhr von jährlich 800000 t für Deutschland ab.

Unsere Gasfabriken und Kokereien liefern uns Ammoniakgas aus dem Gaswasser, das eine Lösung von kohlensaurem Ammon und Schwefelammonium, sowie anderen Ammoniaksalzen in Wasser darstellt und beim Erhitzen mit Ätzkalk das Ammoniak freigibt. Es kommt gereinigt als Salmiakgeist oder als schwefelsaures Ammon in den Handel. Letzteres ist ein völliger, oft besserer Ersatz für Chilesalpeter; leider werden nur 15% des in den Kohlen enthaltenen Stickstoffs als Ammoniak gewonnen. Statt an die jetzt teure Schwefelsäure bindet man jetzt das Ammoniak an Kohlensäure.

Birkeland und Eyde in Norwegen arbeiteten das Luftsalpeterverfahren aus, das die Blitzwirkung nachahmt, nur daß am Flammenbogen die Luft vorbeigeführt wird. Eine großangelegte Fabrik am Rjnkanfos liefert jährlich etwa 20000 t Stickstoff in Form von Kalknitrat mit Hilfe von 160000 Kilowatt. Frank und Caro erfanden fast gleichzeitig das Kalkstickstoffverfahren, bei dem Kalziumkarbid bei Rotglut mit Stickstoff in geschlossenen Retorten behandelt wird und Kalziumcyanamid (sog. Kalkstickstoff) und freier Kohlenstoff entsteht. Jetzige Produktion dürfte etwa 100000 t betragen. Kalkstickstoff findet direkt als Dünger Verwendung, kann aber auch leicht in Ammonsulfat übergeführt werden. Das sog. Hochdruckverfahren der Badischen Anilin- und Sodafabrik von Haber-Bosch bringt sehr reinen Stickstoff und Wasserstoff bei Gegenwart von Katalysatoren (Eisen in besonderer Zubereitung) bei 400° und bei 280 Atmosphären zusammen. Das Endprodukt ist eine 25%ige Lösung von Ammoniak in Wasser. Jährliche Produktion in den beiden Fabriken Oppau und Merseburg etwa 300000 t.

Aus dem Ammoniak wird Salpeter hergestellt in Form von Natron- und Ammonsalpeter. Letzterer gibt mit Chlorkali einen ausgezeichneten Mischdünger. Von Ammonnitrat mit Ammonsulfat gilt dasselbe. Das Ideal aller Stickstoffdüngemittel dürfte aber der synthetische Harnstoff sein, der direkt aus Kohlensäure und Ammoniak hergestellt wird, indem man CO_2 und NH_3 unter Druck auf etwa 135 bis 150° erhitzt. Der synthetische Harnstoff kann nach Völtz auch vorteilhaft an Pflanzenfresser verfüttert werden, die ihn durch Vermittlung von Bakterien ausnützen können. Nach Hansen werden 200 g Harnstoff pro Kopf und Tag von Milchkühen in Mischung mit anderem Futter willig aufgenommen ohne jede Gesundheitsstörung. Von der Gesellschaft für Kohlentechnik ist neuerdings noch ein anderer Weg eingeschlagen worden, Stickstoff und Luftsauerstoff zu verbinden. Es wurden in Druckkesseln beide Gase im richtigen Verhältnis gemischt, in eine Explosionsmaschine geleitet, dort bei 2000° C elektrisch entzündet und die Auspuffgase mit dem gebildeten Stickoxyd in Kühltürmen abgekühlt und weiter

oxydiert zu Salpetersäure. Die erste Versuchsanlage hat befriedigend gearbeitet und bei einem Dauerbetrieb mit etwa 45 Explosionen pro Minute ein Auspuffgas mit 18,5 g Salpetersäure pro Kubikmeter geliefert. Sollte es gelingen, die Explosionen solcher Gasluftgemenge gleichzeitig zur Energieerzeugung zu verwerten, wie bei den Automobilmotoren, so würde ein doppelter Vorteil entstehen und die Belieferung der Landwirtschaft mit billigem Salpeter gesichert sein.

Einiges über das Licht.

Die Entfernung der Erde von der Sonne beträgt Anfang Juli 15 Millionen Kilometer, Anfang Januar 14,5 Millionen. Die Sonne ist somit im Winter uns näher als im Sommer und zwar um 500000 km; ihre Strahlen erreichen uns im Winter schneller als im Sommer. Dieser Unterschied hängt mit der Exzentrizität der Sonne zusammen, die in Perioden von mehr als 300000 Jahren wechselt.

Das Licht, das die Sonne ausstrahlt, schreitet mit einer Geschwindigkeit von 42000 Meilen (315000 km) in der Sekunde im Raum fort. Das rote Licht zieht Wellenkreise, die in Abständen von ungefähr je 0,00064 mm aufeinanderfolgen. während die violetten Lichtwellen eine Länge von ungefähr 0,00037 mm haben. Aus dem in der Sekunde zurückgelegten Weg und der Wellenlänge läßt sich die Anzahl der Schwingungen berechnen, die ein Ätherteilchen in der Sekunde ausführt; so erhält man für das rote Licht 485 und für das violette 831 Billionen (= 831000000000000) Schwingungen. Es sind dies Zahlen, die jeder Vorstellung spotten; ebenso können wir es kaum fassen, in welcher Weise unser Auge sich mit solchen Zahlen abfindet. Licht von höheren Schwingungszahlen, als das Rot und Violett aufweisen, gibt es wohl — die Photographie hat dies erwiesen —, aber für unser Empfinden ist es verloren.

Das Licht ist eine besondere Form der strahlenden Energie, zu welch letzterer auch die Strahlen elektrischer Energie, Wärmestrahlen usw. gerechnet werden. Das Licht unterliegt demnach auch dem Gesetz von der Erhaltung der Energie, welches besagt, daß die Energie sich zwar der Form nach, nicht aber der Menge nach verändern kann. Beim Bestrahlen einer schwarzen Fläche wird das Licht absorbiert und in Wärme umgewandelt; beim photochemischen Prozeß wird hingegen das absorbierte Licht zur Auslösung, Beschleunigung oder Durchführung eines chemischen Prozesses verbraucht. Diese beiden Wirkungen des Lichtes, die thermische und photochemische, laufen nebeneinander her und können auseinandergehalten werden. So wird Fehlingsche Lösung derart vom Spektrum beeinflußt, daß im ultravioletten Licht sich Kupferoxydul ausscheidet; im roten und gelben dagegen nur Wärmeentwicklung auftritt. Anderseits können Wärmebildung und photochemische Wirkung auch in demselben Bezirk zusammentreffen: so wird der blaue Chinolinfarbstoff Cyanin sehr bald von den gelben und roten Lichtstrahlen gebleicht unter gleichzeitiger Wärmeabsorption. Bei Belichtung geht das nicht leitende Selen in die den elektrischen Strom leitende Modifikation über, was für die Lichttelegraphie von praktischer Bedeutung geworden ist.

Im ultravioletten Licht geht der Sauerstoff zum Teil in Ozon über, der gelbe Phosphor geht bei Licht in die beständigere Form des roten Phosphors über.

Viele Lösungen trüben sich im Licht; so scheidet sich in einer Lösung von Anthrazen in Anisol Dianthrazen aus, das sich aber im Dunkeln wieder löst.

Unter dem Einfluß des elektrischen Bogenlichtes verwandelt sich unter Oxydation die farblose Leukobase Rhodamin zu rotem Farbstoff (komplementär zu dem blauvioletten Licht der Bogenlampe). Ähnlich bildet sich der gelbe Saft der Purpurschnecke unter dem Einfluß des Lichtes durch Oxydation zum Purpurfarbstoff um. Hierher gehört auch das Unlöslichwerden des Leimbichromatgemisches, der Asphaltlösung im Lichtprozesse, das für die Reproduktionstechnik von größter Bedeutung ist. Viele photochemische Reaktionen sind Ionenreaktionen, d. h. es findet unter dem Einfluß des Lichtes die Übertragung der elektrischen Ladung der Ionen statt. Die Einwirkung des Lichtes auf Silberchlorid AgCl führt zur Bildung von Silbersubchlorid $4\,AgCl \rightleftarrows 2\,Ag_2Cl + Cl_2$

und zur Ausbildung eines Gleichgewichtes, welches von der Intensität des Lichtes und vom Druck des Chlors abhängig ist.

Äußerst lichtempfindlich ist die sogenannte Bromsalzplatte; diese schwärzt sich im Licht zwar nicht so intensiv wie AgCl, sondern gibt zunächst nur ein latentes Bild, indem AgBr durch Belichtung gegen die Entwicklungsflüssigkeit aktiv wird. Ähnlich wie das Licht wirken auf AgBr die stillen elektrischen Entladungen, mechanischer Druck und die Berührung mit Hölzern und Metallen. Bromsilber AgBr ist hauptsächlich für blau, violett und ultraviolett gefärbte Strahlen empfindlich, kann aber mit Hilfe gewisser Farbstoffe für Rot, Gelb, Grün sensibilisiert werden. Der wichtigste photochemische Prozeß ist die Assimilation der Kohlensäure durch die Pflanze zu Zucker und Stärke.

Schultze hat nachgewiesen, daß das Sonnenlicht von großem Einfluß auf den Geschmack und Geruch des Bieres ist, während Würze keinen Sonnengeschmack annimmt. Als geeignetste Flaschenglasfarbe hat sich Dunkelrotbraun erwiesen, weniger schützend wirkt Hellrotbraun und sehr wenig Grün. J. Brand hat in der Z. f. ges. Brauwesen Nr. 30 1908 S. 333 eine Methode angegeben, wie man schnell nachweisen kann, inwieweit ein Glas schädliche Lichtstrahlen durchläßt. Er löst je 2 g zitronensaures Eisenoxydammoniak, 1 g Ferricyankalium, 2 g Oxalsäure in destilliertem Wasser und füllt nach Zusammengießen dieser Lösungen zum Liter auf. Ein Blaufärben der Lösung zeigt an, daß die Flaschensorte, in welche sie gegossen wurde, schädliche Lichtstrahlen durchläßt. Während für die Geschmacksprobe Bier in einer gleichen Flasche mindestens zwölf Stunden stehen muß, ehe der Sonnenstich sich geltend macht, zeigt die optische Probe schon nach drei Stunden an, ob das Glas schädliches Licht durchläßt. Wiederholte Versuche haben gezeigt, daß diese optische Probe genau proportional der Geschmacksprobe ist.

Nach unseren jetzigen Anschauungen besteht das Wasserstoffatom aus einem positiven Elektron und einem negativen, das nur $^1/_{1000}$ der Masse des positiven hat.

Million mal einer Million Millionen negativer Elektronen sind erst ein Gramm. Der Durchmesser eines negativen Elektrons beträgt den billionsten Teil eines Millimeters, während der Durchmesser eines kleineren Moleküls etwa ein Millionstelmillimeter beträgt. Ein Ion, d. i. der durch Elektrolyse abgespaltene Anteil eines Moleküls, verhält sich zu einem Bakterium, wie eine Bakterie zur Erdkugel.

1 l Wasserstoff faßt 50000 Trillionen Atome, ein einfachster Eiweißkörper im Molekül rund 5000, das Hämoglobin des Blutes 17000 Atome.

Als Hauptsatz der Photochemie betrachtet man gegenwärtig den Satz: Nur solche Strahlen können auf einen Stoff wirken, die von ihm absorbiert werden. Bemerkenswert ist, daß die meisten gefärbten Stoffe relativ reaktionsfähig sind, und daß speziell alle rasch wirkenden Oxydations- und Reduktionsmittel gefärbt sind. Färbung ist bedingt durch selektive Absorption, und Absorptionsvorgänge beruhen — nach R. Luther — jedenfalls auf Resonanz der Elektronen, und da ein Oxydations- und Reduktionsvorgang in einer Wanderung elektrischer Ladung besteht, so können wir sagen: Leicht bewegliche elektrische Ladung (Elektronen) bedingt sowohl Lichtabsorption als auch Reaktionsfähigkeit.

Das Ausbleichen der Farben unter der Einwirkung des Lichtes wird mit Recht allgemein als ein Oxydationsvorgang betrachtet. Wäre es ein Reduktionsprozeß, so müßte es möglich sein, die gebildete farblose Verbindung durch Oxydationsmittel wieder zu Farbstoffen zu verwan-

deln, was nicht der Fall ist. (Kurt Gebhard, Z. f. Farbindustrie 7, 209, 15/9; Siegburg.)

Die Wirkung des Lichtes auf physiologisch wichtige Verbindungen. Duclaux hat schon in Ann. Inst. Pasteur 1893, 751, gezeigt, daß Zucker und Fette unter längerer Einwirkung des Lichtes in steriler Flüssigkeit tiefgehenden Zersetzungen unterliegen.

Effront hat ähnliche Versuche mit Eiweißstoffen unternommen. Er füllte in Literkolben 200 ccm 2%ige sterile Peptonlösung und 200 ccm halbnormale sterile Natronlauge und setzte sie einerseits dem Licht aus, anderseits hielt er sie im Dunkeln. In dem belichteten Kolben trat Wasserstoffsuperoxyd und Nitrat auf, die Albumosen verschwanden; es bildeten sich Ammoniak und flüchtige Säuren.

Die Bildung der Nitrate führt Effront auf die Wirkung des Wasserstoffsuperoxyds auf die Peptone zurück. Auf die Peptide und Aminosäuren wirkt Wasserstoffsuperoxyd sehr lebhaft ein unter Bildung von vollständig desamidierten Produkten, nämlich zu Ammoniak und Nitrosäuren, Ammoniak bis zu 97 bis 99% des Gesamtstickstoffs.

Glykokoll, Alanin, Tyrosin werden innerhalb 45 Minuten bis zu $1^1/_2$ Stunden vollständig in dieser Weise zersetzt; die natürlichen Eiweißstoffe und Peptone viel schwerer, erst innerhalb 5 bis 7 Stunden. Pepton liefert ohne Wasserstoffsuperoxyd nur 14% des Gesamtstickstoffs an Ammoniak, was seinem Gehalt an Amidstickstoff entspricht. Im Destillationsrückstand finden sich beträchtliche Mengen nicht flüchtiger Säuren und Oxysäuren.

Glykokoll lieferte auf diese Weise Ameisensäure; Asparagin lieferte Oxalsäure, Essigsäure und Apfelsäure, außerdem große Mengen Karbonate.

Der Chemismus der Reaktion besteht aus einer kombinierten Hydration und Oxydation. (C. r. de l'ac. d. sc. 1912, 154.)

Bei Gegenwart katalytisch wirkender Substanzen, so insbesondere der Uran-, Eisen-, Mangan-, Quecksilber- und Arsensalze erleiden viele Körper im Licht bemerkenswerte Umwandlungen; so werden Alkohole in Aldehyde, Polyalkohole in Oxyaldehyde oder Oxyketone, Säuren zu Aldehyd- und Ketonverbindungen, die teils eine gleiche Kohlenstoffatomzahl besitzen, teils kohlenstoffärmer als das Ausgangsmaterial sind, Monosaccharide in Osone verwandelt. Disaccharide werden invertiert, Polysaccharide hydrolysiert, Glykoside werden hydrolytisch gespalten; α-Aminosäuren werden unter Loslösung von NH_3 in ein C-ärmeres Aldehyd verwandelt (Aldehydspaltung der Aminosäuren); für die gepaarten Phosphorsäuren hat sich, soweit sie sich von Polyhydroxylverbindungen ableiten (Glyzerinphosphorsäure, Inositphosphorsäure), eine Umwandlung ähnlich derjenigen der zugrunde liegenden organischen Bestandteile nachweisen lassen; Peptone und Proteine werden offenbar zunächst teilweise hydrolysiert und die Aminosäure dann in Aldehyd bzw. Aldehydsäuren übergeführt. Besonders auffallend ist in den angeführten Beispielen die Tendenz des Lichtes, aus zahlreichen indifferenten Stoffen des Tier- und Pflanzenorganismus karbonyl-

haltige Substanzen, Aldehyd- und Ketonverbindungen zu erzeugen, deren Reaktionslust und -befähigung zu den wichtigsten Synthesen allbekannt. Die Analogie mit der Tätigkeit gewisser Oxydasen, dekarboxylierender, desamidierender und hydrolysierender Enzyme liegt nahe. (C. Neuberg, Biochemische Zeitschr. 13, 3/4.)

Nach R. Luther dürfte die Kohlensäurespaltung durch grüne Pflanzen ebenfalls eine katalytisch beeinflußte Lichtreaktion sein.

Auch die Röntgen-, sowie die γ-Strahlen sind Schwingungen des hypothetischen Weltäthers und unterscheiden sich voneinander nur durch die Schwingungszahl und damit durch ihr Vermögen in die Tiefe zu dringen. Radiumstrahlen sind durchdringender als Röntgenstrahlen, aber in ihrer biologischen Wirkung gleich. Die einen Zellen empfangen durch sie einen Wachstumsreiz, die andern eine Steigerung der Zellfunktionen.

Die pflanzlichen Zellen sind sehr unempfindlich gegen Röntgenstrahlen, im Gegensatz zu den tierischen. Samen, die schwach bestrahlt wurden, wuchsen wie unbestrahlte, stark bestrahlte blieben im Wachstum stark zurück und zeigten oft Abweichungen in der Form und Farbe der Blätter, während mäßig bestrahlte im Wachstum voraneilten, kräftiger im Wuchs waren und sattere Farben der Blätter aufwiesen.

Trockene Samen waren weniger empfindlich als keimende, die halbwüchsige oder erwachsene Pflanze war unempfindlich.

Die vorstehenden Ausführungen lassen erkennen, daß gerade das Kapitel der Lichtwirkungen noch manches geheimnisvolle Dunkel aufweist, daß aber anderseits von den verschiedensten Seiten die Aufklärung in Angriff genommen wird.

Wirkung des Lichtes auf nicht grüne Pflanzen. Nach Buchta (Z. f. Bakt. II 1914, 41) hemmt schon diffuses Tageslicht die Zellvermehrung der Hefe (Saccharomyces cerevisiae), unbelichtet wuchs sie doppelt so schnell. Dieselbe Wirkung hatte elektrisches Licht. Blaues Licht verzögerte die Vermehrung gegenüber dem dunkelroten Licht. Ultraviolette Strahlen hemmen schon bei der Wirkungsdauer von zehn Sekunden die Vermehrung, bei einer solchen von drei Minuten erfolgte Absterben. Im Wärmespektrum findet die Vermehrung mit gleicher Geschwindigkeit statt wie im Dunkeln.

de Fazi hat ultraviolettes Licht auf gärende Glukoselösung einwirken lassen und eine überraschende Zunahme der Gärungsintensität festgestellt, so daß er zur praktischen Verwertung übergegangen ist, z. B. bei schwer und langsam gärenden Weinen.

Verf. konnte die de Fazischen Befunde bestätigen bis auf die Angabe, daß die Hefezellen vom ultravioletten Licht überhaupt nicht geschädigt werden. Hier bestehen die Buchtaschen Angaben zu Recht, sofern es sich um ganz dünne Flüssigkeitsschichten handelt. Verf. konnte in einer Tröpfchenkultur, bei der der Objektträger durch einen 2 cm dicken wasserklaren Bergkristall ersetzt wurde, in 60 Minuten bereits große Schädigung, nach 160 Minuten allgemeines Abgestorbensein der Zellen feststellen. Die Kultur war 20 cm von einer Quecksilberdampfquarzlampe entfernt gehalten worden.

Wirkung radioaktiver Stoffe. Radium kommt in der Pechblende, und in Granit, Diorit vor, hier etwa in der Menge von 70 mg auf 1000 t. Auch Böden, die aus solchen Gesteinen hervorgegangen, sind radioaktiv. Das Radium ist also sehr verbreitet. Die Strahlung entstammt fast ausschließlich den obersten Schichten der Erde und ist selbst im Ballon in 4000 m noch deutlich nachweisbar. Mach zieht aus der starken Abhängigkeit der Strahlung von meteorologischen Faktoren den Schluß, daß in Innsbruck wenigstens sogar der größere Teil der Strahlung von den in der Atmosphäre enthaltenen radioaktiven Induktionen herrührt.

Giesel beobachtete an bestrahlten Pflanzen oft eine Gelbfärbung und das Auftreten braunroter Flecke. Körnicke und Gager fanden bei bestrahlten Samen beschleunigte Keimung.

Stocklasa benutzte das 300 bis 2000 Macheinheiten aufweisende Joachimstaler Grubenwasser aus dem Wernerschacht für Keimversuche mit dem Erfolg, daß die Samen bereits nach 24 bis 36 Stunden keimten, gegen 56 bis 120 Stunden in gewöhnlichem Wasser.

Nach acht Tagen betrug bei Gerste die Länge der Wurzeln 44 bis 50 mm, gegenüber 13 mm im Kontrollversuch; die Stammlänge entsprechend 63 bis 72 mm gegen 13 mm. Nach 40 Tagen verhielten sich die Trockengewichte wie 11,6 g : 1 g (Hordeum distichum). Die mit radioaktivem Wasser begossenen Pflanzen blühten und fruchteten eher, auch war der Samenertrag bis 117% höher. — Stocklasa beobachtete bei Keimversuchen auf verschiedenen Gesteinsplatten recht verschiedene Entwicklungen, die einen Schluß auf die Radioaktivität derselben zuließen.

Auf Hefezellen und alkoholische Gärung wirkten 100 bis 200 M. E. Atmung und Energieumsatz steigernd.

Radiumemanationen beleben auch die Enzyme: Zymase, Laktazidase, Peroxydase.

Knospen von Flieder und Roßkastanie schlugen nach Mohlisch viel früher aus, wenn man auf sie im Ruhestadium Radiumstrahlen hatte einwirken lassen. Nach Stocklasa steigert eine geringe Radiumemanation, besonders die α-Strahlen, die Tätigkeit des Azotobacter und die Vermehrung der Denitrifikationsbakterien bis 70%. β- und γ-Strahlen des Radiums sind wachstumsverzögernd.

α-Strahlen sind positiv geladene Heliumatome, β-Strahlen als Kathodenstrahlen sind Elektronen, während die γ-Strahlen als reine Lichtstrahlen aufzufassen sind.

Bei Anwesenheit geringer Mengen Radiumemanation in der Luft erhöht sich bei höheren Pflanzen Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe beträchtlich, während größere Mengen sie entschieden herabsetzen.

Mit Röntgenlicht bestrahlter und dann mit Bohnen, Erbsen und Kresse besäter Boden ließ in mehreren Fällen die Keime schneller aufgehen und längere und dickere Wurzeln, sowie mehr und größere Blätter bilden.

Eier vom Seidenspinner Bombyx mori, mit Röntgen- und Radiumstrahlen behandelt, kamen eher aus, die Nachwirkung erstreckte sich sogar auch auf die Eier der Nachkommen. Das Durchschnittsgewicht der Kokons bestrahlter Seidenraupen war größer als das der unbestrahlten.

Mit emanationshaltigem Wasser getränkte drei Monate alte Kaninchen zeigten frühzeitigere Entwicklung der Ovarien und des Uterus. Man bestrahlt die Ovarien der Frauen, um Myome und unangenehme Menstruationsbeschwerden zu beseitigen; allerdings darf die Pubertätsdrüse, die Erzeugerin der Hormone nicht geschädigt werden, da sonst der Körper rasch alt wird. Sie darf nur angeregt werden, dann wächst sie stärker, erzeugt mehr Hormone und erteilt dem Körper jugendliche Frische und Kraft; doch ist hier noch vieles ungeklärt.

Schwere Knochenbrüche heilen nach einer schwachen Röntgenbestrahlung geradezu rätselhaft schnell, granulierende Wunden zeigen nach kurzer Zeit Reinigung und Überhäutung. Die entzündete Brustdrüse der Frauen ist stark radiosensibel. Bei frisch entbundenen Frauen erhöht Bestrahlung die Milchsekretion. Die Bestrahlung der Ovarien bleichsüchtiger Mädchen steigert den Hämoglobingehalt des Blutes binnen kurzem aufs Doppelte. Bei akuter Nierenentzündung bewirkt Bestrahlung wieder Harnabsonderung; die Bestrahlung der Bauchspeicheldrüse Zuckerkranker konnte in einem Teil der Fälle eine auffällige Besserung der Krankheitssymptome herbeiführen.

Bei Krebsgeschwülsten kommt es darauf an, dem Bindegewebe zu stärkerem Wachstum zu verhelfen und so den Krebs indirekt zu bekämpfen.

Die Strahlung wirkt jedenfalls auf den Zellkern besonders kräftig; wie, ist noch unbekannt. (Nach Alois Czepa, Naturw. Wochenschrift 1921, Nr. 46.)

7. Die Bedeutung des Wassers für die Entfaltung des Lebens.

Wenn auch manche Samen und Sporen lange Zeit in lufttrockenem Zustand sich lebend erhalten, können sie doch nur bei Zutritt von reichlichen Wassermengen ihre volle Lebenstätigkeit aufnehmen. Dauersporen von Kartoffelbazillen, vom Milzbrand usw. keimen kurze Zeit nach der Anfeuchtung wieder aus.

Das Weizenälchen, das in den trockenen Gicht- oder Radekörnern des Weizens jahrzehntelang geschlummert, beginnt binnen wenigen Minuten im Wasser wieder mit seinen schlängelnden Bewegungen.

Die lebende Zelle besteht der Hauptmasse nach aus Wasser, das den kolloidalen Zustand des Plasmas bedingt und den Stoffwechsel erleichtert.

Die ersten Geschöpfe sind jedenfalls im Meer entstanden und ihre Nachkommen erst haben sich auch dem Süßwasser angepaßt, das ja in letzter Linie dem verdunsteten Wasser des Ozeans entstammt.

Die Niederschläge von Regen, Schnee und Hagel sind, abgesehen von kleinen Beimengungen absorbierter Gase, dem destillierten Wasser

gleich und bieten zunächst den Lebenskeimen keine Nahrung. Wo sie auf die Erde fallen, beginnen sie jedoch ihre lösende Kraft zu entfalten, nehmen mineralische Stoffe auf und Bodengase und führen sie in Rinnsalen, Bächen, Flüssen und Strömen wider dem Ozean zu. Nur auf den Firnen und Gletschern und auf den Eiskappen des Nord- und Südpols werden sie längere Zeit festgeshalten. Im Boden nordischer Gebiete findet sich statt Grundwasser Grundeis und die üppige Blumenpracht, welche im Sommer in dichtgedrängten Polstern den Boden von Grönland, Nowaja Semlja, Spitzbergen usw. stellenweis überzieht, ist nur dadurch ermöglicht, daß einige Fuß tief der Boden aufgetaut ist. Schmelzwässer und Quellwässer sind fast frei von Lebenskeimen. Erst wenn genügend Kohlensäure von ihnen aufgenommen ist, können kleine Pflänzchen darin ein kümmerliches Dasein fristen. Weiter abwärts bessern sich die Lebensbedingungen, und auch die Tierwelt beginnt sich anzusiedeln, namentlich da, wo von Dörfern und Städten Abwässer hinzukommen. Die Forelle im Gebirgswasser lebt zum großen Teil von den Insekten, die im Bach ein nasses Grab gefunden haben, oder von Würmern, die vom Ufer aus in den Bach gelangt sind. Weiter abwärts treten andere Fische hinzu, zunächst die Äschen, dann die Barben, dann die Bleien. Im Mündungsgebiet in der Brackwasserregion nimmt die Zahl der Fische wieder ab. Auch in Seen und Teichen ist die Fischproduktion geringer als in den Strömen, auf die gleiche Wasserfläche berechnet. In Friedenszeiten brachte unsere Binnenfischerei in Deutschland etwa 150 Millionen Mark ein (Schiemenz).

Im offenen Weltmeer ist, abgesehen von den nordischen Gebieten, wo eine üppige Plankton-Entwicklung stattfindet, der Fischreichtum nicht so groß wie in der Nähe der Küste und der Mündungen großer Ströme. Diese dem Laien erstaunliche Tatsache ist auf die Mineralisierung der organischen Substanz unter dem Einfluß der erhöhten Temperatur und der aktinisch wirksamen Sonnenstrahlen zurückzuführen. Für die dänischen Gewässer wird berechnet, daß der Hektar Wasserfläche 10 bis 20 kg eßbarer Fische liefert, während die gleiche Fläche deutscher Süßwasserseen 50 bis 100 kg und gut gehaltene Karpfenteiche das Mehrfache davon liefern. In manche Gewässer fallen durch Schneestürme ganze Mückenschwärme als willkommene Fischnahrung nieder; so im Weißen Meere, wo die benachbarte Tundra Sibiriens ganze Mückenwolken, die die Sonne verfinstern, liefert. Auch ganze Züge von Wanderratten, die beim Durchschwimmen der sibirischen Ströme ersaufen, bringen den Fischen Nahrung, wenn auch nicht direkt, sondern indirekt, indem erst Bakterien davon zehren und diese dann immer höheren Wasserbewohnern zugute kommen. Nicht unwesentlich für die Ergiebigkeit der Gewässer ist auch ihr Gehalt an anorganischen Substanzen, die aus den oberen verwitterten Gesteinslagen herausgespült werden. Hier sind besonders die Karbonate der Alkalien, des Kalks und der Magnesia, wie des Eisens vorherrschend, daneben kommt auch in geringer Menge Kieselsäure regelmäßig vor. Maßgebend ist der geologische Aufbau des Bodens. Bei Untersuchung der Wässer von Flachbrunnen

werden oft nicht unerhebliche Rückstände gefunden. So gab ein Liter Wasser aus dem Gneis von Kendahl 1002 mg, aus dem Devon von Arbroath 1052, aus dem Sandstein von Birmingham 2402, aus dem Lias von Hillmorton 3068, aus dem Londonton von London 3965, aus dem Alluvium von Whittlesea 2502 mg Rückstand. Bei Flüssen, die durch oder über gipshaltige Erdschichten fließen, z. B. dem Main, übersteigt oft der Gipsgehalt den des Kalziumkarbonates.

Abwässer von Salinen, gewerblichen Anlagen bedingen natürlich stellenweis beträchtliche Änderungen in der Zusammensetzung der Wässer; besonders auch bezüglich des Gehaltes an Kohlensäure, Ammoniak, Salpetersäure und Sauerstoff. Flüsse mit großem Gefälle, vielen Wehren, Wasserfällen führen sauerstoffreiches Wasser; an Stellen mit stillen Buchten, auf denen die sog. Wasserblüte sich kräftig entwickelt, nimmt es schlechten Geruch und Geschmack an. Gewisse Kieselalgen erzeugen einen widerlichen Fischgeschmack und -geruch, der dann auch den Fischen sich mitteilt.

Für die Versorgung von Städten und gewerblichen Betrieben kommt meist weniger das Oberflächen- als das Grundwasser in Betracht.

Hier gilt es nun, sich jene Grundströme in den verschiedenen Tiefenlagen aufzusuchen, die gutes Wasser führen. Die Londoner Brauereien holen sich aus der Tiefe Wasser, das etwa 30 bis 100 km nördlich auf die dort zutage tretende zerklüftete Kalksteinschicht und das weiter nördlich anstehende Sandsteinflöz als Regen niedergefallen ist. Eine darunterliegende Tonschicht verhindert, daß dies Wasser noch tiefer versickert. Die Moskauer Brauereien schöpfen ihr Wasser aus einer porösen Gesteinsschicht, die in der Waldaihöhe, also ebenfalls in beträchtlicher Entfernung zutage tritt und dort den Regen aufnimmt. Tonige Oberflächenschichten, z. B. in der Tertiärbucht Londons, geben sämtliches Regenwasser unmittelbar an die Oberflächenwässer und Flüsse ab. Bei diesen Wässern hat man natürlich mit vielfachen Verunreinigungen zu rechnen, namentlich mit Fäkalbazillen, unter denen besonders Bacillus coli commune, Briegers Faeces-Bazillus, Bacterium termo, B. fluorescens liquefaciens, Proteus vulgaris, P. mesentericus vulgatus, Micrococcus ureae, Bacillus ureae zu nennen sind. Je artenreicher ein Wasser an Bazillen ist, als desto verdächtiger ist es beim Gebrauch als Trinkwasser anzusprechen. (Migula 1894, 56. bis 60. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Mannheim.) Die chemische Untersuchung liefert in solchen Fällen auffallend große Mengen von Ammoniak, Nitrit oder Nitrat. So wies ein Flachbrunnen im Londonton in 1 Liter 26,5 mg Ammoniak und 54,31 Nitrat- bzw. Nitritstickstoff auf, ein anderer Brunnen aus derselben Gegend 0 Ammoniak, aber 258,4 mg Nitratstickstoff. Ein Flachbrunnen aus dem Alluvium von Whittlesea wies im Liter 9,31 mg organischen Kohlenstoff, 9,4 mg organischen Stickstoff, 30,5 mg Ammoniak, 108,48 mg Nitrit- bzw. Nitratstickstoff auf. Für manche Betriebe z. B. Brauereien und Brennereien, ist nitrathaltiges Wasser erfahrungsgemäß vom Übel. Bei der Gerstenweiche schon kann die Reduktion der Salpetersäure zu salpetriger Säure ein-

setzen, ebenso bei der Gärung, die dann geradezu gelähmt wird. Daß für die Dampfkessel ein weiches Wasser am besten ist, ist bekannt, hartes Wasser setzt viel Kesselstein ab, dessen Entfernung kostspielige Maßnahmen erfordert (Ausklopfen, Anwendung von Kesselsteinmitteln, unter denen das Kespurit neuerdings sich vielfach als vorteilhaft erwiesen hat).

Bekannt ist auch der Einfluß verschieden zusammengesetzter Wässer für die Bierbereitung. Pilsen hat, auf granitischer Unterlage, weiches Wasser, das Münchener Wasser entstammt den dolomitischen Kalkalpen, Dortmund schöpft aus gipsreichen Schichten sein Wasser. Eisenhaltiges Wasser ist von Nachteil beim Hefewaschen, da es die Hefe verfärbt infolge der Bildung von gerbsaurem Eisen; namentlich Preßhefefabriken haben es zu meiden oder gründlich zu enteisen. Zum großen Teil besorgen dies in der freien Natur gewisse Algen und Pilze, die dicke Schleimhüllen mit Eisenoxydhydratinkrustationen aufweisen. Gelangen sie in Wasserleitungen, dann verstopfen sie häufig genug die engen Ausflüsse. (Crenothrix Kühniana seinerzeit die Berliner Wasserleitungen.) Die Löcher einer Brause werden meist schon in kurzer Zeit verstopft und weisen besonders stark verschleimte und verfettete Pilzmassen auf. Man hat sich lange diese Verfettung nicht erklären können. Die Aufklärung ergab sich durch Beobachtung der Schlammabsätze in Eisschränken, in denen gärende Flüssigkeiten kühl gehalten wurden. Hier sind es die wenn auch nur schwachen Alkoholdämpfe, die sich dem Schlamm mitteilen und von den Pilzen zur Fettsynthese benutzt werden. Auch im Regenwasser hat man Spuren von Alkohol nachgewiesen, er stammt jedenfalls aus den Urwaldgebieten der tropischen und subtropischen Zonen. Im Grundwasser dürfte er auch nicht fehlen, namentlich in Waldgebieten zu Zeiten großer Blattlausepidemien, in denen viel Zucker auf den Waldboden verspritzt oder durch den Regen von dem Laub heruntergewaschen wird. In den oberen Schichten des Bodens findet sich Gelegenheit genug, diesen Zucker zu vergären; in tieferen Schichten fehlt es an Gärungserregern und wohl auch an Sauerstoff, um den entstandenen Alkohol zu assimilieren. Russel und Appleyard haben gefunden, daß Grundwasser so gut wie ganz frei von Sauerstoff ist, dagegen Kohlensäure und Stickstoff gelöst enthält. Die im Boden frei zirkulierende Luft wies durchschnittlich 0,25% CO_2 und 20,6% O auf. Die CO_2 ist im Frühjahr und Herbst im Maximum enthalten, also hauptsächlich durch die Mikrobentätigkeit bedingt. Regen bringt viel Sauerstoff in den Boden und fördert so die Oxydation und CO_2-Bildung. Der Alkohol, der durch Verdunstung wieder in die oberen Bodenschichten gelangt, wird dort leicht zu Fett assimiliert oder zur Zellstoff- und Eiweißbildung mit herangezogen. Die Alkoholdämpfe, die mit den höheren Luftströmen zu den Firnen oder zu den Polen gelangen, werden dort im Eis eine vorläufige Ruhestätte finden.

Wind und Wasser sind neben dem Sonnenschein die mächtigsten Faktoren, welche die Erdoberfläche modeln. Die Sonne hebt das Wasser aus dem Ozean in bedeutende Höhen und treibt ihr Farbenspiel mit

den verschiedenen Wolkengebilden, die z. T. Eiskriställchen sind, zumeist jedoch den Übergang vom Wasserdampf in die tropfbarflüssige Phase darstellen. Mitunter geht dieser Übergang infolge irgendwelcher mechanischen Einwirkungen, wie Blitz, Donner (Wetterschießen in Tirol!) explosionsartig vor sich; aus der mit Wasserdampf übersättigten Atmosphäre fällt das Wasser als Sturzregen aus wie die Kristalle aus einer übersättigten Lösung, in die man einen winzigen Kristallsplitter geworfen, unter Entbindung bedeutender Wärmemengen, die wieder heftige Luftströme nach oben und gewaltige Luftwirbel in den Erdregionen nach sich ziehen. Taifune, Stürme tosen übers Meer und durch die Lande, türmen Schnee- und Sandberge, bringen Lawinen zum Rollen, knicken Wälder und Saaten, stürzen dünnwandige Hütten und Häuser, peitschen die See auf zu ungetümen Wellenbergen, die am Ufer alles kurz und klein schlagen, Dämme überfluten und Mensch und Vieh im Überschwemmungsgebiet ein nasses Massengrab bereiten.

So überwältigend solche Kraftentfaltungen uns vorkommen, viel gewaltiger ist die Leistung des Wassers im gewöhnlichen ruhigen Zeitenlauf. Steter Tropfen höhlt nicht nur den Stein, er zermürbt auch Felsen, in die er sich eingesaugt, namentlich bei dem häufigen Wechsel der Temperatur um den Nullpunkt.

Der Gletscher geht zwar langsam zu Tale, aber er zerdrückt die Steine unter sich und neben sich und schleift die Uferwände ab, und nach Jahrhunderten sind es steile Fjorde, die von seiner Arbeit Zeugnis ablegen. Jahraus jahrein haben Gebirgswässer wie der Inn Tausende von Lasten feinen Schlammes ins Tal hinabgewälzt, und so die Talböden geschaffen, aus deren Erdmassen man auf das Alter dieser Täler schließen kann. Weiter abwärts geführte Schlammmassen helfen das Mündungsdelta weiter in die See hineinschieben. Das Gebirge nimmt immer mehr an Masse ab und erscheint bald nur noch als Koloß von Ruinen (steinerne Meere, Dolomiten). Hohe Alpen, wie das variskische Gebirge, das in der Steinkohlenzeit durch ganz Mitteldeutschland bis nach Südengland sich hinzog, sind abgetragen worden und haben nur noch Zwerggebirge, wie den Harz und das heutige „Riesengebirge" als kümmerliche Überbleibsel hinterlassen. Wer hier ungläubig den Kopf schüttelt, möge sich nur einmal klar machen, woher des Deutschen Reiches Streusandbüchse ihre Sandmassen hat, woher die gewaltigen Sandsteinmassive des Elbsandsteingebirges und das Felsenlabyrint des Heusoheuer- und Adersbacher- und Weckelsdorfergebirges stammen, die in der Kreidezeit zur Ablagerung in stillen Buchten kamen. Aus Granitgebirgen stammen diese Sande. Das Wasser, die brandenden Wellen, haben sie klein gemacht und dazu nicht weniger Energie verbraucht, als wenn der Granit in einer Mühle zerkleinert worden wäre. Humboldt wanderte einst in einem tief in Basalt eingeschnittenen Flußtal in Südamerika und schreibt davon, daß sein Geist bei dem Gedanken an die unendlichen Zeiträume, die das kleine Flüßchen zu dieser Arbeit benötigt, fast erstarrt sei.

Schlammassen auf Schlammassen häufen, das Leben im alten Schlamm vernichten und neues in dem frischen Schlamm aufgehen lassen, das scheint die Hauptaufgabe des Wassers gewesen zu sein. Dadurch, daß die Urströme von den verschiedensten Zuflüssen in Farbe und Zusammensetzung voneinander abweichende Schlammassen zugeführt erhielten, kam in die Schichtenfolge eine bunte Abwechslung. Dazwischen kamen wieder Faltungen und Überfaltungen der Erddecke, Schollenverschiebungen, Durchbruch granitischer, porphyrischer und basaltischer Massen, heftige Vulkanausbrüche mit Aschenregen u. dgl.; so daß an nicht zu entfernten Punkten der Erde die Schichtenfolge kaleidoskopartig wechselte. Um eine Vorstellung der Wasserarbeit im Laufe der Erdgeschichte zu geben, sei eine Aufstellung der Geologen hier angeführt. Für die jüngste, die Quartärzeit, welche das Alluvium und das Diluvium umfaßt und das vorangegangene Tertiär mit den Unterabteilungen Plio-, Mio-, Oligo-, Eo-, Palaeocän rechnet man eine Schichtendicke von etwa 1000 m und eine Dauer von insgesamt 3 Millionen Jahren. Auf die Sekundärzeit mit der Kreide-, Jura- und Triasformation rechnet man 3000 m Schichtendicke und 11 Millionen Jahre, auf die Primärzeit mit Perm, Carbon, Devon, Silur und Cambrium 15000 m und 34 Millionen Jahre; auf die Praecambrische oder archozoische Periode etwa 30000 m und 52 Millionen Jahre. Das Leben auf der Erde dürfte demnach etwa 100 Millionen Jahre im Gang sein.

Die in den jeweiligen Schlammschichten eingebetteten Tier- und Pflanzenformen sind, soweit sie nicht zu weich und vergänglich, in Abdrücken wieder aufgefunden worden als kostbare Urkunden der Schöpfungsgeschichte. Besonders prächtig erhalten sind die Einschlüsse im Harz der Bernsteinfichte, aber auch verkalkte und verkieselte Schlammassen enthalten noch gut erkennbare Formen. So hat Prof. J. Grüß im Kulm der Bäreninsel an verkohlten Tangarten Hefen[1]) entdeckt, die im Kalkspat ihre Form behalten haben. Verf. hat von diesen Befunden eine Reihe gelungener mikrophotographischer Aufnahmen gemacht, die als Unica gelten können. Eine vergleichende Betrachtung der Versteinerungen hat ergeben, daß die ältesten Schichten nur einfach organisierte Geschöpfe bergen und die darüberliegenden solche von höherer Organisation. Erst im Tertiär finden sich Andeutungen menschlicher Tätigkeit; unbehauene Steine, die als Werkzeuge benutzt und an der Arbeitsstätte in größerer Zahl zusammengetragen waren. Man nennt sie Praeeolithen im Gegensatz zu bereits bearbeiteten Steinen, Eolithen, die im Miocän zuerst gefunden wurden an den Wohnplätzen des Cantalienmenschen, der vor etwa 3 Millionen Jahren gelebt haben dürfte (nach Penk). Im Diluvium finden sich schon bessere, mit Ornamenten gezierte Steinwerkzeuge, deren Alter man auf etwa 2 Millionen Jahre einschätzt. Auf ein Alter von 25000 Jahren schätzt man die im Alluvium gefundenen ältesten keramischen Kunstprodukte

[1]) Die Gärung dürfte demnach ebenso alt sein. Von dem jeweilig entstandenen Alkohol blieb kaum etwas übrig, da er sofort von Mikroben assimiliert wurde.

ein, neben denen auch geschliffene Steinwerkzeuge auftauchen. (Jüngere Steinzeit.) Dann hebt etwa 3000 Jahre vor unserer Zeitrechnung die Kupferzeit an, dann die Bronzezeit (etwa 2500 v. Chr.). Die ältere Eisenzeit beginnt etwa um 1000 v. Chr. und wird nach dem Fundort Hallstatt benannt; die jüngere Eisenzeit mit der La Tène-Kultur um 300 v. Chr. Für die im Norden lebenden Völker reicht die jüngere Steinzeit bis auf 2000 bis 4000 v. Ch. zurück; die Zeit der Kjökkenmöddinger (Küchenabfälle) bis 4000 bis 5000; die Maglemohlzeit bis 5000 bis 7000; die Zeit der Knochenharpunen bis 7000 bis 10000 v. Chr. der Renntier- und muschelförmigen Feuersteingeräte bis 13000 v. Chr.; die letzte Vereisung bis 18000 v. Ch. Diese Überreste menschlicher Tätigkeit fanden sich natürlich nicht im Meeresschlamm. Für die Zeitbestimmung wichtig waren die Funde in den Schlammschichten, die in Berghöhlen sich anhäuften. Hier wurden auch die Knochen der erlegten Tiere neben Schmuckstücken und Werkzeugen gefunden.

In einer Höhle bei Weimar wurde der Zahn eines Kindes als ältestes Zeugnis menschlicher Existenz in Deutschland aufgefunden neben Elefantenknochen u. dgl. In einer Höhle in Mähren fand man Elfenbeinschnitzereien, die einen weiblichen Körper darstellen von der Form, wie wir sie bei Negervölkern antreffen, was darauf schließen läßt, daß Europa eine Zeitlang von negroiden Völkern heimgesucht war, und daß uns damals eine Landbrücke mit Afrika verband. Die Grenzen der Meere haben oft gewechselt. Wo jetzt Paris, Wien liegt, buchtete sich das Meer tief in das Land ein, auch entlang des heutigen Rheines erstreckte sich eine lange Bucht bis nach Basel. Die Gegend von Staßfurt war die Mitte eines vom Meer schließlich abgeschnittenen Binnensees, der allmählich austrocknete und uns die wertvollen Salzablagerungen bescherte. Der schwäbische Jura mit dem geschätzten Sohlenhofer Schiefer war einst Meeresboden, auf dem sich der außerordentlich feine Kalk- und Tonschlamm häufte. In den Eiszeiten drangen die nordischen Gletscher bis zu den südlichen Sudeten vor und schoben schmale Zungen sogar über die Pässe des Glatzer Gebirgslands bei Wartha und Silberberg, was durch die nordischen Granitfindlinge, die sie beim Schmelzen hinterließen, erwiesen wird. Ganz Norddeutschland lag unter einer mehrere hundert bis tausend Meter hohen Eisdecke, die alles unter sich begrub und alles Leben auslöschte. Erst nach dem Rückgang des Eises, und nach dem Zurücklassen einer Unmenge nordischen Gesteins, sog. Findlinge, die Norddeutschland „steinreich" gemacht haben (Prachtexemplare solcher Findlinge sind die sog. Markgrafensteine auf den Rauenschen Bergen bei Berlin, aus deren einem die große Granitschale vor dem Alten Museum in Berlin stammt [7500 kg]), nach den Verwüstungen des Untergrundes durch die Schmelzwässer siedelte sich eine Pflanzendecke an, zunächst eine solche, wie sie der heutigen Tundra Sibiriens entspricht, dann eine solche, die der heutigen russischen Steppe ähnlich gewesen sein dürfte (Massengrab von Steppenpferden bei Westeregeln bei Magdeburg, die durch einen Schneesturm verschüttet wurden), später erst kommt der Wald zu üppiger Entwicklung, der

die Ostseevölker von jeder Verbindung mit dem Süden abschneidet und zur Entwicklung einer eigenen Kultur zwingt, die ausgezeichnet ist durch sorgfältige Beobachtung und gemütvolle Erfassung der Naturerscheinungen, der kosmischen wie irdischen. Die Sonne steht im Mittelpunkt ihres Kultus; sie erscheint als die Spenderin der Wärme und des Lichtes, als die große Wohltäterin der Menschheit, während ihr bei den negroiden Stämmen Afrikas ein wegen ihrer versengenden wasserentziehenden Kraft mehr dämonischer Charakter beigelegt wird. In der Wüste ist Wasser ein seltener Artikel und eine Oase ein Paradies für den Wüstensohn, dem das Wasser mehr gilt als die Sonne. Gäbe es unter ihnen mehr philosophisch und dichterisch angelegte Naturen, wir würden die herrlichsten Lobgesänge auf das Wasser von ihnen zu hören bekommen.

Wir sind es gewöhnt, die Eigenschaften des Wassers nicht besonderer Überlegungen zu würdigen, wir nehmen als selbstverständlich hin, daß es leicht beweglich und durchsichtig ist, weder sauer noch laugig schmeckt, daß es Zucker, Salz und andere Dinge auflöst, daß es beim Gefrieren an der Oberfläche erstarrt, statt unterzusinken, daß es als Schnee in zierlichsten Kristallbildungen erscheint und am kalten Fenster wunderliche Eisblumen hinzaubert — das Entzücken aller Südländer, denen diese Erscheinung noch nicht vor die Augen gekommen —, daß es eine solche Oberflächenspannung besitzt, daß kleine Wassertiere darauf spazieren laufen können oder eine gefettete Nähnadel darauf liegen bleibt, daß es als Dampf bei höheren Temperaturen bedeutende Kraftleistungen vollbringt, bei niederen Temperaturen in die meisten pflanzlichen und tierischen Gewebe eindringt, sie feucht macht und zum Quellen bringt unter ungeheurer Kraftentfaltung — man kann Kanonenrohre, die mit Erbsen gefüllt, durch Wasserzugabe bei dichtem Verschluß auseinandersprengen, durch Befeuchten von Tauen schwere Lasten heben (der berühmte Versuch Leonardo da Vincis beim Aufrichten des großen Obelisken in Rom) —, daß es Kohlensäure, Sauerstoff und andere Gase verschluckt und bei steigender Temperatur wieder ausperlen läßt (Bier, Champagner). Fast jede dieser Eigentümlichkeiten ist bedeutungsvoll. Was wäre aus uns geworden, wenn alles Eis sich auf dem Meeresboden ansammelte und den Sonnenstrahlen nicht mehr zugänglich wäre, wenn Wasser undurchsichtig, schwer beweglich wäre, wenn die Gewebe und Zellelemente in ihm nicht quellungsfähig wären, und wenn es nicht Kohlensäure und Sauerstoff zu absorbieren vermöchte!

Besonders wasserreich sind die embryonalen Gewebe, die Quellungsfähigkeit derselben steigert sich bis zu einem Maximum, um dann einer Entquellung Platz zu machen, die ständig zunimmt bis zum Tode. Bei der Pflanze beginnt bereits beim Keimen ein Kampf um das Wasser zwischen Samen und Boden; die wachsenden Zellen zeigen einen gewissen Turgor, ein Straffsein, eine Spannung ähnlich bei wie einem aufgeblasenen Gummiballon, während die absterbenden Pflanzen welk und wasserarm. Der Mensch besitzt im dritten Fötalmonat einen Wassergehalt von 94%, bei der Geburt 69 bis 66%, und der Erwachsene

etwa 58%. Bemerkenswert ist, wie fest kristallisierte Soda mit 63% Wasser ist, oder die trockne Wandung der Holzzellen mit 48 bis 51% Wasser. Gallertiges Plasma enthält 60 bis 90% Wasser, die Gallertmembranen mancher Algen, wie der Nostoc- und Palmella-Arten sogar 200%.

Wenn das Torfmoos des Hochmoors (Sphagnum molluscum) das 27fache des Trockengewichtes an Wasser aufnimmt, das des Flachmoores (Sph. platyphyllum) das 16fache, so liegt hier nicht so sehr eine Plasma- und Membranquellung vor, als vielmehr die Folge eines besonderen anatomischen Baues der Pflanzen, der durch die Anlage besonderer Wasserzellen charakterisiert ist. Trockene Torfstreu hält auch in den Stallungen die wertvolle Jauche zurück und schützt sie durch ihren Gehalt an Huminsäuren vor dem Vergasen. Auch für die Abflußregulierung der Niederschläge im Gebirge sind Moose sehr wichtig, denn von einem kahlen Gebirgshang fließt aller Regen sogleich ab, von einem bewaldeten und bemoosten wird ein hoher Prozentsatz zurückgehalten. Durch die Abholzung des Karstgebirges durch die Venetianer zum Aufbau ihrer Pfahlstadt ist das ganze dalmatinische Küstengebiet ein mehr oder weniger unwirtliches, unfruchtbares, von der Borah heftig heimgesuchtes Land geworden, in dem jetzt die Anforstung kaum noch möglich ist, da der Regen die verwitterte Felsoberfläche sogleich ins Tal hinabspült. Dieses wird im Frühjahr gewöhnlich in einen See verwandelt, dessen Wasser allmählich verläuft und dann einen Schlammboden zurückläßt, der eine intensive Kultur ermöglicht.

Was eine planmäßige Bewässerung des Bodens für Vorteile bringt, dafür ist das Niltal ein klassisches Beispiel. Schon die alten Pharaonen haben es verstanden, dem Lande durch eine geschickte Wasserwirtschaft große Vorteile zu verschaffen. Die größte Stauanlage des Altertums, der Möris-See, stammt schon aus den Jahren um 2300 v. Chr. Er nahm eine Fläche von 2800 qkm ein und staute wohl an die 8 Milliarden Kubikmeter Wasser, weit mehr, als durch den neuen Assuandamm gestaut werden kann. Nicht minder bedeutsam ist ein anderes altes Wasserbaukunstwerk, der 350 km lange Yussuf-Kanal, der mit dem Möris-See in Verbindung stand. Dem fein ausgearbeiteten Bewässerungsnetz der Alten entsprach auch die Ausdehnung des bebaubaren Landes. Noch zur Römerzeit hatte Ägypten nicht viel weniger Einwohner als heute. Aus seiner damaligen großen Getreideausfuhr kann geschlossen werden, daß die Anbaufläche Ägyptens etwa dieselbe war wie die heutige, vielleicht sogar um einige Quadratkilometer größer. Ägypten lieferte etwa ein Drittel des Getreides, das Rom verbrauchte, das heißt etwa $1^3/_4$ Millionen Hektoliter. Es wurden damals eigene Getreideschiffe (420 Fuß lang und 57 Fuß breit) für Ägypten gebaut.

Auch Napoleon I. erkannte die Wichtigkeit einer guten Wasserwirtschaft für Ägypten. Der erste Khedive von Ägypten Mohammed Ali (1805 bis 1848) ließ zahlreiche Wasserbauten ausführen, der spätere Khedive Ismail Pascha (1863 bis 1879) errichtete allein zwölf Kanäle von 13000 km Gesamtlänge. In den letzten 20 Jahren hat England

mit ägyptischem Gelde sehr viel geleistet durch Errichtung großer Staubecken (Assuan), durch große Dämme zur Wasserverteilung unterhalb Assuans, durch Verbesserung des Kanalnetzes. England wußte sehr wohl, was Ägypten als Verpflegungsort für seine Truppen, als Erholungsheim für die Verwundeten im Winter, als Weizen- und Maisabgabestelle für Truppenbeförderungen bedeutete. Die Weizenernte ist durch den Baumwollbau nicht zurückgedrängt worden, die Ausnutzung des Landes läßt sich nirgends so leicht und schnell verändern wie im Nillande. (P. König.) Mitt. d. d. Landwirtsch. Ges. 1917. Neuerdings hat man die künstliche Bewässerung großer Plantagengebiete namentlich im Westen Nordamerikas mit Vorteil durchgeführt und erhebliche Ernten erzielt. Auch bei uns fängt man an mit der künstlichen Beregnung sich von den Launen des Sommers unabhängig zu machen, z. B. im Obstgebiet von Werder bei Potsdam.

Der feine Schlamm, der in den Niederungen sich ansammelt oder in Überschwemmungsgebieten nach dem Abfließen des Wassers zurückbleibt, ist dem Wind ausgeliefert und wird oft weit weggeweht. China ist ob dieser Staubwolken in der Luft besonders bekannt; die Winde vom Himalajagebirge wirbeln den gelben Lößboden auf, verfinstern den Himmel und laden schließlich den gelben Staub im „Gelben Meer" ab. Aber auch die vom Meer aus wehenden Winde wirken ähnlich, nur daß der Staub dann ganze Hügel am Gebirge auftürmt. Die überaus fruchtbare Wachau zeigt bei Krems a. d. Donau ähnliche durch Staub aus dem allmählich ausgetrockneten tertiären Meerbusen der Wiener Gegend erzeugte Lößhügel. In Mesopotamien und auch an den alten Kulturstätten, Babylon, Troja, Pergamon, wo Schliemann u. a. ihre berühmten Ausgrabungen machten, haben wir es mit solchen haushohen Staubablagerungen zu tun. Solcher Flugsand begräbt altes Kulturland und erschwert außerordentlich die Anpflanzung neuer Kulturen. Da ist bemerkenswert, daß es geglückt ist, in der ungarischen Steppe große Gebiete für den Weinbau zu erobern, indem man um die Einpflanzstellen der Rebstöcke Getreidekörner einsäte, so daß im Frühjahr ein Schutzwall von Getreidehalmen um die Pflanzgrube sich bildet, die ein Versanden der letzteren verhindert.

Bei der Gelegenheit sei gleich daran erinnert, wie die nach Wasser dürstenden Steppen- und Wüstenpflanzen die mannigfaltigsten Vorkehrungen getroffen haben, einmal um Wasser aufzunehmen und dann, um es möglichst lange festzuhalten. Die Steppengräser benutzen z. B. ihre langen Grannen, um den Morgentau aufzufangen; ihre Oberflächen überziehen sie mit Wachs, um die Verdunstung möglichst zu beschränken. Die Kakteen, Agaven usw. mit ihren saftigen, wachsüberzogenen Blättern und Früchten bilden in den Trockengebieten oft einen willkommenen Ersatz für Quellwasser. Pflanzen mit schnell tiefgehenden Wurzeln haben am meisten Aussicht in der Steppe zu gedeihen.

In kälteren Regionen mit plötzlich einbrechenden Frösten läuft die Pflanze, die wasserreich ist, Gefahr zu erfrieren. Auch hier weiß sie sich zu helfen. Die Zelle drückt das Wasser in die Interzellular-

räume und dort gefriert es zu Eiskristallen; die Zelle ist somit gleichsam entwässert oder enthält nur noch einen konzentrierteren Zellsaft oder trocknet geradezu ein, wobei sie widerstandsfähiger wird. Die Getreidefrucht trifft auch Maßnahmen, um sich überschüssigen Wassers zu entledigen; dazu verhelfen ihr dieselben Grannen, die als Taufänger dienten. Durch sie wird im Hochsommer das aus der Wurzel aufgesaugte Wasser verdunstet, nachdem die Nährstoffe von der Frucht abgefangen sind. Um nicht bei zeitweiligem Regenwetter zu sehr zu leiden oder die Frucht im Boden nicht zu zeitig auskeimen zu lassen, umgibt sie den Mehlkörper mit einer fettreichen Schicht, der Aleuronschicht, die den Eintritt von Wasser zum Nährgewebe verhindert und nur an der Wurzel des Keimlings eine Lücke läßt, durch die Wasser etwas schneller, wenn auch nur allmählich eindringen kann.

Wo zur Erntezeit nasse Schwaden von der Küste die Haltbarkeit des Getreides gefährden, wie z. B. in den Ostseeprovinzen, da muß der Mensch nachhelfen und für Trocknungsanlagen sorgen.

Für die Bedeutung des Wassergehaltes für die Haltbarkeit des Getreides, des Heues usw. möge folgendes sprechen.

Nach R. Kolkwitz veratmete lufttrockene Gerste mit

10—15%	Wasser	bei	Zimmertemp.	pro kg	nach	24 Std.	**0,3—1,5** mg CO_2,
20,5%	„	„	„	„	„	24 „	359 mg CO_2,
33 %	„	„	„	„	„	24 „	**2000** mg CO_2,
14—15%	„	„	15°	„	„	24 „	1,3—1,5 mg CO_2,
14—15%	„	„	30°	„	„	24 „	7—8 mg CO_2,
14—15%	„	„	40°	„	„	24 „	20 mg CO_2.

Die Körnerhälften mit dem Keimling atmen dreimal stärker als die ohne.

Eine Schiffsladung von frisch geerntetem Mais zeigte bei der Ankunft in der Oberschicht 16% Wasser und 52° C, in der Bodenschicht 15% Wasser und nur 46°. Also geringe Wasserunterschiede bedingen schon sehr erhebliche Unterschiede in der Selbsterwärmung. Bei lagernder Kleie führt die Temperatursteigerung mitunter zur Selbstentzündung. Näheres über diese äußerst wichtigen Beziehungen zwischen Wassergehalt und Getreidelagerung ist in den Büchern von J. F. Hoffmann: Das Getreidekorn 1912, I. Bd., Berlin, Paul Parey, und „Das Versuchskornhaus" 1904, Verlag Versuchskornhaus, Berlin, zu finden. Je weniger Wasser im Korn, desto lagerfester ist es, desto länger bleibt es im Geruch und Geschmack frisch und behält Back- und Keimfähigkeit. Daß andere Früchte, wie Obstsorten, Gemüse, Gurken, Kürbisse mit hohem Wassergehalt schwer längere Zeit zu lagern sind, ist selbstverständlich. Eine Gurke mit etwa 94% Wasser fällt bei der geringsten Verwundung sogleich der Gärung und Fäulnis anheim.

Kirschen, Pflaumen, Birnen, Weinbeeren mit hohem Zuckergehalt gehen in kürzester Zeit in lebhafte Gärung über. In Ungarn und Serbien werden Pflaumen auf offenem Feld in Gärbottiche geschüttet und ebenda auch der Destillation unterworfen. (Slibowitzbereitung.) Leicht anfällige Früchte, Eier, Fleisch können nur im Kühlhaus gelagert

werden. Eiskeller und Eisschränke, in denen stark mit Außenluft ventiliert wird, ergeben Fehlschläge, indem die Außenluft an den abgekühlten Speisen u. dgl. ihre Feuchtigkeit abladet, wobei Wärme frei wird, die wieder Bakterienentwicklung begünstigt. Die Oberflächen der Speisen verschleimen, verschmieren hier statt zu trocknen.

Von Miehe (Illustr. landw. Ztg. 42, 5/6, S. 18) stammen folgende Angaben über feuchtes Heu: 50 Zentner Wiesenheu mit noch 30% Wasser (gut getrocknetes Dürrheu 15%) zu einem Stapel von 3 m Breite und 3,5 m Höhe geschichtet, zeigten darin nach 2 Stunden bereits 2° mehr als außen, nach 24 Stunden dampfte der Diemen bereits (57°), am vierten Tage waren 68° im Mittelpunkt, $1^1/_2$ Wochen hielt sich die Temperatur über 60°, um dann allmählich abzunehmen. Inzwischen waren nicht nur erhebliche Wassermengen, sondern auch 30% der Trockensubstanz, hauptsächlich Kohlenhydrate, verschwunden.

Sterilisiert man Heu mit Dampf bei 65°, dann tritt in ihm keine Selbsterhitzung mehr ein; fügt man jedoch Erde, Schmutz, Staub u. dgl. hinzu, so beginnt sie wieder. Desinfektionsmittel, wie Formaldehyd oder Chloroform unterdrücken sie: woraus ersichtlich, daß Mikroben hier eine erhebliche Rolle spielen müssen.

8. Die Nahrung für den lebenden Organismus.

Nur durch genügende Nahrung kann das Uhrwerk des Lebens im Gang bleiben, die Arterhaltung gesichert werden. Die verschiedenen Organismen haben recht verschiedene, zum Teil ganz raffinierte Methoden zur Anwendung gebracht, um gewisse Stoffe als Nahrung zu verwerten. Sofern dies unter veränderten äußeren Verhältnissen nicht mehr gelang, hieß es umlernen oder aussterben. In den Stammbäumen der Tier- und Pflanzenwelt mußten daher so manche Äste verkümmern und verdorren. Allerdings war der Nahrungsmangel nicht der einzige Faktor, der hier mitsprach. Aufkommende Parasiten oder andere Feinde dezimierten oder vertilgten die eine oder andere Art und zwangen auch solche Organismen, die von diesen bisher gelebt hatten, umzulernen. Als man 1868 in Kalifornien Orangen- und Zitronenkulturen durch eine aus Australien eingeschleppte Schildlaus (Jcerya Purchasi) verderben sah, suchte man im Ursprungsland dieser Schildlaus nach ihren Feinden und fand einen Käfer Novius cardinalis, der auf sie energisch Jagd macht. Mit seiner Einführung in Kalifornien war auch die Fortdauer der Pflanzungen gesichert.

Die meisten Arten sind gar nicht so selbständig, wie sie auf den ersten Blick erscheinen. Man streiche aus der Schöpfung die Zellulosebakterien und unsere Wiederkäuer müssen zugrunde gehen, man streiche die Bodenpilze und unsere stattlichsten Bäume können nicht mehr aus dem Boden zureichende Nahrung schöpfen, man streiche gewisse Hefen, die in zuckersaugenden Insekten leben, und es ist um letztere geschehen, ebenso wie um die Hefen, falls die betreffenden Insekten, an die sie sich aufs innigste angepaßt haben, nicht mehr zur Stelle wären.

Tausend Fäden spinnen sich von dem einen Organismus zu dem anderen, von dem einen Organ zum anderen bei dem gleichen Individuum, ja von der einen zur anderen Abteilung desselben Organs (Gehirn wie eine komplizierte Fernsprechzentrale). Es herrscht ein unglaublich feiner Organisationsgeist in der Natur, der aber gar nicht von der geistigen Entwicklung des Individuums abhängig ist. Die einzelnen Organe der höheren Tiere und der Menschen schaffen für einander, ohne daß das Individuum davon eine Ahnung hat, geschweige denn einen Einblick in die Zusammenhänge. Der Zellenstaat geht seine eigenen Wege, schafft sich seine eigenen Gesetze; ja findet es mitunter sogar zweckmäßig, Seine Hoheit, den Verstand, und Seine Majestät das Ich auszuschalten und unschädlich zu machen durch zeitweise Lähmung des Denkvermögens, Ohnmacht, Ermüdung, Schlaf u. dgl. Die Tatsache, daß geistige Tätigkeit, das Denken erst spät in der Schöpfungsgeschichte in Erscheinung getreten, ist bezeichnend für die Selbständigkeit der körperlichen Vorgänge und ihre gegenseitige Regelung im Organismus. Schiller hat für diese Sachlage einen überaus treffenden Ausdruck gefunden in dem: „Solange nicht den Lauf der Welt Philosophie zusammenhält, erhält sie ihr Getriebe durch Hunger und durch Liebe." Etwas prosaischer klingt schon der Ausspruch eines Anatomen, der den höheren Organismus zunächst nur als einen komplizierten Darmkanal wertet, für dessen Beschäftigung alle äußeren und inneren Sinne da sind und angespannt werden.

Die Schärfe des Auges beim Raubvogel ist ganz planmäßig gesteigert worden mit der Abnahme der Zahl der Beutetiere. Dutzende von Aasgeiern steigen des Morgens in der afrikanischen Steppe in die Luft und verteilen sich da gleichmäßig, um Ausschau nach Beute zu halten und sich gegenseitig zu beobachten. Sobald nur einer herniederstürzt auf eine Beute, kommen auch die anderen sogleich herbei, um sich in den Raub zu teilen und nichts umkommen zu lassen. Alle Jägervölker, die auf scharfes Hinschauen von Jugend auf geschult sind — der Samojede auf Nowaja Semlja muß als Jüngling schon durch Schnupftabak sich die Augen klarmachen, um in der Ferne Eisbären u. dgl. zu erspähen — haben einen stark entwickelten Hinterkopf, weil dort der Sitz des Sehvermögens ist. Pflanzenfresser müssen lange Därme und Riesenmagen haben, Körnerfresser harte Magen. Füttert man jedoch Tauben statt mit Körnern längere Zeit mit Fleisch, dann wird auch die Magenwand weicher. Auch die Samojeden, sofern sie mit Triederbinokeln ausgerüstet würden, dürften in mehreren Generationen einen weniger kräftigen Hinterkopf haben, da sie dann ihre Augen nicht mehr so anzustrengen brauchten. Der Australneger, der mit dem Bumerang in fabelhafter Treffsicherheit die Vögel aus der Luft herunterholt, würde weniger muskulös und geschmeidig sein, wenn er regelmäßig in einer Volksküche seinen Hunger befriedigt bekäme. So modelt der Nahrungswechsel nicht nur die Lebensweise und die Verdauungsorgane, sondern den ganzen Körper mehr oder weniger um. Die Nahrungssuche bedingt zumeist die Lebensgewohnheiten des Tieres und die Schärfe

der einzelnen Sinnesorgane. Die Nachtfalter riechen auf Hunderte von Metern, daß in der Nähe ein schleimflußkranker, gärender Baum ist und fliegen, dem Geruchsorgan folgend, im Dunkeln dorthin; sie vermögen auch sehr gut die mit Nektarien ausgestatteten duftenden Blüten zu finden, in denen ihnen in entgegenkommendster Weise ein Willkommenstrunk dargeboten wird. Insekten und Blumen, welche staunenswerte gegenseitige Anpassung! Auch Honigvögel und Blumen weisen eine solche auf.

Der Nektar stellt einen der wichtigsten Nahrungsstoffe dar für die Kleinlebewelt. Wir müssen ihn daher einer besonderen Besprechung würdigen. Zur Erzeugung eines Pfundes Honig sind etwa 2000 Bienen den ganzen Sommer hindurch beschäftigt. Jede einzelne Biene fördert also nur die sehr geringe Menge von einem viertel Gramm Honig pro Sommer. Die Arbeitsbienen, von denen durchschnittlich 25000 Stück einen Stock bevölkern, gehören nicht nur zu den fleißigsten, sondern auch zu den nützlichsten aller Tiere. Mit dem Einsammeln des Honigs befördern sie durch Übertragung des Blütenstaubes auf die weiblichen Blütenorgane den Fruchtansatz; die Ernte unserer Obstbäume geht in bienenarmen Jahren beträchtlich zurück.

Das hat man im „alten Lande" bei Hamburg während des Krieges so recht erfahren, als wegen eingetretener Transportschwierigkeiten die Imker aus Nordhannover nicht mehr mit ihren Bienenvölkern zur Obstblüte sich einstellten. Während man früher von ihnen Standgeld verlangte (25 Pfg. pro Volk), zahlten ihnen die Plantagenbesitzer nunmehr noch 20 bis 30 Mark dafür, daß sie überhaupt kamen. Die Bienenzucht ist demnach eine wesentliche Voraussetzung für eine gute Obsternte und muß möglichst gefördert werden. Auf Hummeln kann sich der Obstzüchter nicht verlassen, da sie zur Obstblüte noch nicht zahlreich genug sind, stammen sie doch alle von der allein überwinternden Königin ab; aber auch die Bienenvölker versagen zur Obstblüte, wenn sie nicht gekräftigt genug durch den Winter gekommen sind.

Die Imker müssen dafür sorgen, daß genügend Honigpflanzen den ganzen Sommer über ihren Völkern zur Verfügung stehen. Im Frühjahr bieten die Kätzchenblüter, Weiden u. dgl. in extrafloralen Nektarien Honig, dann blüht der Ahorn und namentlich der Bergahorn ist reich an Honig, ebenso die Roßkastanie; die Stachelbeerblüten, so unscheinbar sie aussehen, werden sehr von Bienen besucht. Im Juni blüht die Robinie (Robinia pseudoacacia), die ebenfalls sehr ergiebig ist. Dann kommt die Linde, von der man zweckmäßig mehrere Sorten anpflanzt, damit die Blütezeit sich auf mehrere Wochen ausdehnt und es an „Trachtgelegenheit" nicht fehlt. Tritt während der Blütezeit zu trockenes Wetter ein, so ist dies ungünstig für das Einsammeln des Honigs und geschieht dies dann gewöhnlich nur in den Morgenstunden, wo noch Tau auf den Bäumen liegt und der Honig etwas aufgeweicht ist. Hecken von der Schneebeere (Symphoricarpus racemosa), Unkräuter wie Natterkopf, Riesenhonigklee, Salbei, Lamiumarten erfreuen sich starken Bienenbesuches. Das gilt auch von blühenden Rapsfeldern, Esparsette.

Luzerne und Lupine sind nicht ausgiebig, sehr dagegen Asclepias syriaca, die Ende Juli drei Wochen lang blüht. Imker tun gut, ihre Nachbarn zum Anpflanzen von Bienenpflanzen anzuregen, wenn nötig durch Überlassung der Stecklinge z. B. von Stachelbeersträuchern. Diese bevorzugen etwas Schatten, wenn sie gut gedeihen und viel Honig geben sollen.

Schon vor mehr als 100 Jahren hat Chr. Konrad Sprengel, der Begründer der Blütenbiologie, mit großer Eindringlichkeit auf die große Bedeutung der Bienen für die Frucht- und Samenbildung unserer Kulturpflanzen hingewiesen. Aber noch immer wird sie viel zu wenig gewürdigt. Im Mai und Juni statten wohl 100 Milliarden Honigbienen unseren Blüten ihren Besuch ab. Prof. Dr. E. Zander, Erlangen, betont, daß der Wert der Bienen durch ihre Blütenbeständigkeit gesteigert wird. Während andere Insekten auf ihren Sammelausflügen wahllos verschiedene Pflanzen nacheinander abweiden, was natürlich für die Befruchtung der Samenanlagen völlig wertlos ist, halten sich die Honigbienen solange wie möglich an ein und dieselbe Pflanzenart. Gezeichnete Bienen wurden zehn, elf Tage lang an einer Pflanzenart beobachtet. In einem anderen Falle besuchte eine Biene 117 mal nacheinander Blüten der gleichen Art. Vermehrte Samenbildung, erhöhter Fruchtansatz sind die segensreichen Folgen der Sammeltätigkeit unserer Bienen. Nach Versuchen von Zander brachten im Garten der Erlanger Anstalt für Bienenzucht Stachelbeeren bei Zweigen, die mit Gaze überspannt waren, 24,6% Früchte, unbedeckte Zweige 60%, bei Süßkirschen sind die entsprechenden Zahlen 1,3% bzw. 14,6%, bei Sauerkirschen 0% bzw. 10,6%, bei Äpfeln 0,5% bzw. 6,9%. Ähnliche Erfahrungen hat man in Gemüsegärten, auf Kleefeldern, in Kaffee-, Vanille- und Kokosplantagen gemacht. Der jährliche Wert der deutschen Obsternte betrug im Frieden 160 Mill. M., der jährliche Durchschnittsertrag aus anderen auf Insektenbestäubung angewiesenen Nutzpflanzen gegen 127 Millionen; beide Posten machen also 287 Mill. M. aus. Davon entfallen 173 bis 192 Mill. M. auf die Mitarbeit der Bienen, der Rest auf Hummeln und andere Insekten.

Deutschland hatte 1912 2,6 Mill. Bienenvölker mit 500 bis 600 Milliarden Arbeitsbienen, die 300000 Ztr. Honig im Wert von 20 bis 30 Mill. M. lieferten. Der Eigenwert der Bienenvölker war auf 60 Mill. M. veranschlagt.

W. J. Young hat die honigliefernden Pflanzen untersucht und deren Pollen mikrophotographisch dargestellt. 1 g Honig wurde in Wasser gelöst, zentrifugiert, die überstehende Flüssigkeit abgegossen und der Rest auf genau 1 ccm aufgefüllt. Bei zehn Honigproben wurden 123 bis 5410 Pollenkörner in 1 g gefunden. Im Honigsediment waren bisweilen nadelförmige Kristalle, Oktaeder und Prismen vorhanden, die den im Harn vorkommenden Kalkoxalat und -phosphatkristallen ähnlich sind. Auch finden sich gewöhnlich Teilchen tierischer Herkunft: Haare, Schuppen u. dgl. von Insekten, Muskelfasern und Fragmente der Tracheen. Stets sind außer den Pollenkörnern andere Pflanzenteile zu-

gegen, Pilzsporen, Haare und andere Gewebefragmente. Im Schleuderhonig finden sich stets kleine Wabenteile; wenn der Honig genügend erhitzt war, so sammelt sich das geschmolzene Wachs zu sphärischen Massen, die mit Pollenkörnern verwechselt werden können. Fast stets werden zufällige Verunreinigungen gefunden, wenn der Honig eine Zeitlang der Luft ausgesetzt war, worauf bei der Prüfung zur Aufdeckung von Fälschungen Rücksicht zu nehmen ist. In mit Glykose verfälschten Honigen kommen regelmäßig Stärkekörner vor, die häufig durch Erhitzen verändert sind. (Z. d. Vereins Deutscher Zuckerindustrie 1908, 45, 806 bis 820.)

Bei der Metgärung wird je nach der Herkunft des Honigs und je nach der in der Anstellhefe oder in dem Honig selbst schon enthaltenen Hefen die Gärung verschieden verlaufen können. Die Pollenkörner der Honigblüten weisen den Ursprung nach; jedoch kann auch hierbei betrogen werden, indem man Pollen guter Honigpflanzen beimischt. Gute Honigpflanzen sind: Tilia parvifolia, Trifolium repens, T. incarnatum, Mellissa officinalis, Robinia pseudoacacia, Ornithopus sativus, Medicago sativa, Sinapis alba, Lupinus aureus, Vicia sativa, Dracocephalum moldavicum, Melilotus albus, Borago officinalis, Reseda odorata, Hyssopus officinalis, Rosmarinum officinale, Carduus nutans, Carduus campestris.

Blütenhonig und Honigtau bilden die Hauptquellen des Bienenhonigs. Die in jenen vorkommenden Mikroben erhalten sich in diesem längere Zeit lebend und bewirken bei Wasserzutritt dann leichte Veränderungen desselben, insbesondere durch Gärung.

Der aus dem Honigwasser entstehende Met ist uralter Kulturbesitz der arischen Völkerfamilie. Schon die Mythologie der alten Germanen redet häufig genug von seinen Vorzügen und Wirkungen. Die Walküren unter Aufsicht von Odins, des Allvaters Gattin Freia haben den neu ankommenden Helden in Walhall Met zu reichen, den die Ziege Heidrun aus ihrem Euter statt Milch in die untergestellten großen Kessel liefert. Vom Donnergott wird erzählt, daß er bei dem Drusenfürsten drei mächtige Eimer Met hinuntergoß, während er einen Ochsen und sechs Lachse verzehrte.

Von pflanzlichen Mikroben, welche sich im Honig bzw. in den Nektarien heimisch machen, sind besonders die Hefenarten zu erwähnen. Schon 1884 schrieb Boutroux eine Abhandlung über die Erhaltung der alkoholischen Fermente in der Natur (Ann. des sciences naturelles XVI), besonders in den Nektarien der Blumen. Selbst Winterblumen, wie Petasites vulgaris, Erica mediterranea zeigten Hefen. Mit steigender Wärme stieg auch die Zahl der als Hefebrutstätten dienenden Blumen. Neuerdings hat Schoellhorn die Gärungsorganismen der Winter- und Alpenpflanzen studiert und die voraufgegangene Literatur zusammengestellt (ausführliches Referat in Woch. f. Brauerei 1922, Nr. 7). Der Nektar enthält nach ihm 60 bis 85% Wasser, das in trockenen Tagen jedoch so abnimmt, daß der Zucker im Nektarium auskristallisiert. Außer Rohrzucker, Invertzucker und Glukose kommen

auch Dextrin, Mannit (namentlich bei Acer platanoides) und Gummistoffe (bei Crataegus, Amygdalus) vor. Extraflorale Nektarien liefern weniger Rohrzucker als Blütennektarien. Kälte verhindert die Sekretion, Wärme bringt sie sogleich in Gang. Das Maximum ist frühmorgens, das Minimum nachmittags. Zur Zeit der Befruchtung ist sie am ergiebigsten, nachher läßt sie nach.

In Gewächshäusern gezogene Blüten von Salvia cardinalis, S. nigra, Tropaeolum majus, Gladiolus wiesen keine Hefen auf, da hier die Insekten fehlten.

Im Darm der Bienen, Wespen, Ameisen usw. wimmelt es meist von Hefen. Grüß konnte zeigen, daß die verbreitetste Nektarhefe, Anthomyces Reukaufii, zwischen dem Haarbelag der Zunge der allein überwinternden Hummelkönigin mit überwintert und dann bei deren ersten Ausflügen auf die besuchten Blumennektarien wieder übertragen wird. Über Nektarhefen siehe Stolzner, Mikrokosmos 1911/12, und Schuster und Uhlela, B. d. deutsch. Botan. Gesell., S. 134.

In manchen Blüten gehen Hefen jedoch nicht an wegen der gärungshemmenden Beimengungen, welche die Blüte dem Nektar mitgibt. Möglicherweise spielt hier die eine oder andere Pollenart dieselbe Rolle der Hefe gegenüber, wie die Pollen den Menschen gegenüber, die leicht dem Heufieber verfallen, über das Sajo im „Prometheus 1909," Nr. 1002, eine sehr lesenswerte Abhandlung geschrieben hat. Das Pollentoxin, das durch Aussalzen und Ausfällen mit Alkohol aus den Pollenkörnern erhalten wurde, ist ein proteinartiger Körper, ein Toxalbumin, auf den die Heufieberkranken in beinah unglaublichem Maße reagieren: es ist empfindlich gegen Alkalien, aber nicht gegen Säuren; Enzyme wie Pepsin sind nicht imstande, es vollständig zu zerstören; bei 75° verliert es $^1/_4$, bei 100° $^1/_2$ seiner Wirksamkeit und erst durch 150° wird es ganz zerstört. Ein Tropfen der Verdünnung von $^1/_{10000}$ auf die Augenbindehaut oder auf die Nasenschleimhaut gebracht, löst schon bei empfindlichen Personen den Katarrh aus. In Italien grassiert das Heufieber im April, in Ungarn im Mai, in Deutschland im Juni; es gibt auch Herbstkatarrhe, hervorgerufen durch den Pollen von Chrysanthemen und Astern. Die Haupterzeuger des Heufiebers sind die Wiesengräser, die Seggen (Carex-Arten) und das Getreide: Roggen, Weizen, Hafer, Gerste und Mais; ihnen schließen sich an Lilien, Tulpen, Narzissen, Hyazinthen, Maiglöckchen, Rosen, Pfingstrosen, Anemonen, Dotterblume, Kornblume, Ringelblume, Sonnenrosen, Astern, Goldregen, Krokus, Lonicera (Geisblatt), Cydonia (Quitte), Erika, Philadelphus, Holunder, Flieder, Kartoffel, Kirsche, Erle, Eiche, Birke, Ahorn, Weide, Eibe, Kiefer. Eine Menge Pflanzen, deren Aufgüsse als Tee beliebt sind, haben in ihren Blüten diese Giftstoffe, wie Holunder, Wollkraut, Linde, Kamille. Die Lippenblütler und Borragineen, sowie die Schmetterlingsblütler enthalten bis auf eine einzige Ausnahme unter den letzteren kein Pollengift. Nun sind aber gerade diese Pflanzen die beliebtesten Honig- und Nektarlieferanten für unsere Honigbiene. Freilich besucht auch die Biene viele Blumen, deren Pollen Heufieber gibt.

Gegen das Heufieber hat man als Gegenmittel ein Pferdeserum „Pollantin" dargestellt, und zwar sogar ein bivalentes Serum, welches gegen Frühjahrs- und Herbstkatarrh schützt, allerdings immer nur auf kurze Zeit.

Außer Bienenblumen gibt es Hummelblumen: Wiesenklee, Salbei, Eisenhut; Bienen- und Hummelblütler zugleich sind: Calamintha alpina, Bergthymian. Wespenblumen sind Lonicera nigra, Scrophularia nodosa. Eine Schlupfwespenblume ist z. B. Listera ovata. Falterblumen sind im Hochgebirge besonders häufig. Die Bienenblumen sind mehr auf die Täler beschränkt. Mit steigender Höhe nimmt Aroma und Farbenpracht zu: prächtige Blumen — prächtig gefärbte Falter; die Farbe der Blumen denen der Falter oft entsprechend (Zitronenfalter — gelbe Primeln). Nachtfalterblumen haben weißliche Blüten.

Küchenschelle, Malve, Trollius, Geranium und Orchideen haben grelle Blumenblätter, werden von langrüsseligen Faltern, Bienen und Hummeln aufgesucht. Eine Schwebefliegblume ist z. B. Veronica. Kleinkerfblumen haben kleine, aber starkduftende Blüten. Die Fledermaus- und Vogelblütler sind auf die Tropen beschränkt. Amerika hat seine Kolibris, Afrika seine Honigvögel. Alle den Kolibris angepaßten Blüten sind vorwiegend brennend rot gefärbt. Der fliegende Hund (Fledermausart) frißt von der Pandanusblüte die als Leckerbissen geltenden dreifarbigen Blumenblätter und überträgt dabei den Blütenstaub. In Australien und Polynesien besorgen hauptsächlich die Trichoglossiden oder Pinselzüngler und andere Papageienarten, die hauptsächlich von Blütennektar und Pollen leben, die Befruchtung verschiedener Pflanzengattungen. Schneckenblütler sind z. B. Calla- und Lemnaarten. Gegen Schneckenfraß schützt die Pflanze ihre wichtigsten Teile durch ätherische Öle, oxalsaure Kalkkristallnadeln, sowie saure Säfte und ätzende Stoffe. Fliegen- und Ekelblumen erzeugen faulig riechende Düfte, um die Fliegen anzulocken oder kadaverähnliche Gewebsmassen, in denen diese ihre Brut abzusetzen pflegen. Manche Blumen duften nur des Nachts, andere wie der Türkenbund (Lilium martagon) auch am Tage; die von Tagfaltern befruchteten nur am Tage. (Aus „Prometheus" Nr. 887, 1906.)

In den Blüten ist nicht nur der Honig begehrt, auch Pollenkörner werden gern verzehrt, und hat die Pflanze da vorgesorgt, indem sie neben Befruchtungsstaubblättern Beköstigungsstaubblätter angelegt hat; erstere sind meist unscheinbar, letztere lebhaft gefärbt. Blumen mit nahrhaftem Pollen sind z. B. Anemone, Holunder, Schöllkraut, Klatschmohn (rot), Wiesenraute (violett), Leberblümchen (blau). Die Pollenkörner hier meist durch klebrige Öle zusammengehalten. Der Honig erscheint bald auf einer Platte (discus) bei Umbelliferen, Parnassia, Wolfsmilcharten, bei Kreuzblütlern nur an besonderen Auswüchsen des Discus. Völlig geborgenen Nektar haben: Küchenschelle, Malve, Trollius, Geranium und Orchideen. Die erste Gruppe wird von kurz-, die zweite von mittel-, die dritte von langrüsseligen Insekten besucht.

In dem Bericht der Freien Vereinigung für Pflanzengeographie und systematische Botanik für die Jahre 1914 und 1915 gibt E. Werth interessante Mitteilungen über die Beschaffenheit und Menge des Honigs in den auf Bestäubung durch Vögel eingerichteten Blüten (ornithophile oder Vogelblumen). Die Honigmenge ist in Anbetracht des Nahrungsbedürfnisses der größten aller Blumenbesucher hier oft überaus reichlich. So sondern die Blüten der Puya chilensis am Morgen je $^1/_2$ bis $^3/_4$ g Zuckersaft ab, so daß man leicht $^1/_4$ l und mehr aus einem Blütenstand gewinnen kann. Die riesigen Becherblüten der australischen Dorianthes excelsa führen je ein Likörgläschen voll Honig und der ganze, einen Fuß im Durchmesser haltende Blütenstand schüttet beim Umkehren eine wahre Traufe von Nektar aus. Wie Delpino hervorhebt, wird bei Protea mellifera der Honig in derartiger Menge produziert, daß er als menschliches Nahrungsmittel gesammelt werden kann, und bei Telopea speciosissima ist seine Masse so reichlich, daß er von den Eingeborenen von Neusüdwales als Nahrung benutzt wird. Das letztere gilt auch für die großen Banksia-Bürsten; wenn man eine solche mit der Hand umfaßt, quillt der Honig in Menge zwischen den Fingern hervor.

9. Die wichtigsten auf Nektar und Honig bzw. Alkoholgenuß eingestellten Tiergeschlechter.

Nektar und Honig bilden mit die ursprünglichste Nahrung für viele Tiergeschlechter, und es ist verständlich, daß sich deren Lebensgewohnheiten auf die Auffindung und den Genuß jener eingestellt haben. Es ist nicht nur der süße Geschmack allein, der den Nektar begehrenswert erscheinen läßt, sondern auch dessen Bekömmlichkeit und Verhalten bei der Verdauung. Im Darm fällt der Zucker des Nektars zum Teil der Gärung anheim und bekommt so das Tier die Alkoholwirkung zu spüren. Zahlreiche Hefen in Magen oder Darm bedingen die Alkoholbildung, die unter Umständen gar nicht so gering sein dürfte. Wenn die Abstinenten behaupten, nur der Mensch genieße Alkohol, so ist das eine der verkehrtesten Lehrmeinungen, mit denen sie nur bei naturwissenschaftlichen Laien Eindruck machen können. Die Naturbeobachtung zeigt im Gegenteil die weite Verbreitung des Alkoholgenusses, der ja bei jedem gärfähigen Nahrungsmittel unausbleiblich ist und weiter die Tatsache, daß gerade die geistig regsten, muntersten und dem Auge gefälligsten Tierarten demselben verfallen sind, ohne daß hier Degenerationserscheinungen aufgefallen wären.

Leider hat man bei der Erforschung der Honigtiere viel zu wenig auf das Schicksal des Honigs und auf das Aufkommen der verschiedenen Gärungserreger in denselben geachtet. Es waren ja fast durchweg Zoologen, die sich um die Lebensgeschichte der Honigvögel, Bienen, Ameisen, Falter usw. gekümmert haben; ihnen lag aber die Gärungswissenschaft nicht. Wenn ich nachstehend etwas eingehender auf die Honigtiere eingehe, so verfolge ich den Zweck, nicht nur die Gärungswissenschaftler auf diese Fragen scharf zu machen, sondern auch die gebildeteren Laien.

Mehr als 200 Arten umfaßt die Familie der Pinselzüngler oder Honigfresser Meliphagiden, die fast sämtlich in Australien heimisch. Sie gehören wie die Honigsauger Nectariniidae zu den Sperlingsvögeln. Ein bekannter Vertreter unter den Honigfressern ist der Predigervogel Prosthemadera Novae Seelandiae Gray, der wegen seines schönen Gesanges, seines metallisch glänzenden Gefieders und seiner ungewöhnlichen Nachahmungsgabe häufig im Käfig gehalten wird. Die Zunge ist vorstreckbar und an der Spitze pinselartig. Die der Honigsauger ist röhrenförmig, tief gespalten und ebenfalls vorstreckbar. Die Familie umfaßt gegen 120 Arten, die zu den zierlichsten und muntersten Geschöpfen der Vogelwelt gehören und sich durch besonders kunstvolle Nester auszeichnen. Zur Entnahme des Nektars aus der Tiefe der Blüten sind die Schnäbel durchweg lang und dünn, oft auch gebogen. Bei den Kolibris Trochiliden, auch Honigvögel, Blumennymphen, Blumensauger genannt, geht die Körpergröße mitunter erheblich zurück, bis zu der einer größeren Hummel, so daß es nicht verwunderlich ist, daß auch Spinnen auf sie Jagd machen, so die pelzartig behaarte Riesenvogelspinne Avicularia in Südamerika.

Die Kolibris, auch Schwirrvögel genannt, weil sie vor der einzelnen Blüte mit den Flügeln schwirrend schweben, bis sie mit der Zunge den Nektar bzw. Insekten herausgeholt haben, gelten als die „gefiederten Schmetterlinge" oder als „lebende Edelsteine". Ihr blitzartiges Auftreten und Verschwinden ermöglicht ihnen auch, gegen größere Vögel, wie Falken aggressiv vorzugehen und sie zur Flucht zu veranlassen. Ihr Bau und ihre Größe steht in engstem Zusammenhang mit dem Bau der von ihnen heimgesuchten Blüten. Man kennt gegen 400 Spielarten. Namentlich die Anden Südamerikas sind reich an herrlichen Vertretern.

Die Anziehungskraft des Honigs auf die Tierwelt macht sich oft in eigenartiger Weise geltend. Da gibt es in Afrika einen Vogel Indicator indicator Gmel., auch Morok oder Honiganzeiger genannt, der die besondere Gabe hat, Honig und Bienen, deren es in Äthiopien die verschiedensten Arten gibt, zu entdecken. Einige Arten bauen ihre Waben in Löchern und Höhlen unter der Erde aus und füllen sie mit Honig, der, obwohl etwas dunkel, doch von ausgezeichneter Beschaffenheit ist. Wenn der Morok ein Bienennest nahe der Landstraße entdeckt hat, setzt er sich an diese, schlägt mit den Flügeln, singt sobald er jemand erblickt, und sucht die Aufmerksamkeit auf sich zu lenken; dann fliegt er von Baum zu Baum, bis er zu der Stelle kommt, wo es Honig gibt. Der Abessinier bemächtigt sich des Honigs und überläßt dann auch einen Rest dem Bienenverräterkuckuck, der neben dem Honig insbesondere die Bienenmaden gern frißt. Nicht nur dem Menschen, auch dem Honigdachs weist er die Stelle, wo die verborgenen Schätze ruhen. (Aus Brehms Tierleben.)

Wir kommen nun zu den Tieren, die den Honig selbst einsammeln zur Aufzucht ihrer Brut und als Wintervorrat, zu den Bienen. In der nordischen Götterlehre träufelt von der heiligen Esche der Tau

(Hunangsfall, Honigfall) auf die Erde, und von ihm nähren sich die Bienen. Ambrosia — Milch und Honig — war die Kost der Götter, und Zeus, als Zögling der Honignymphe Melissa, galt als ein Mischkünstler dieses Honigtrankes, mit dem er auch seinen Vater Kronos einschläferte. Zum Dank dafür, daß er mit Honig aufgezogen, belohnte Zeus die Bienen mit der Kunst, den Honig in Wachstafeln, als Kost für den Winter, zu bewahren.

Die Inder und Ägypter hielten die Bienen für ein heiliges Wesen; bei ersteren ist Vischnu, „der Erhalter der Welt", als Biene abgebildet, die im Kelch der Lotosblume ruht.

Nach Prof. Sajo (in seinem Buch: „Unsere Honigbiene", Kosmos, Stuttgart) sind die Silben bi, be und me Naturlaute, dem Summen der Biene entnommen. Im Englischen heißt noch heute die Biene bee (sprich bie), in der angelsächsischen Sprache hieß sie „beo"; aus dieser Form entstand die Bezeichnung für Bienenstöcke „Beute", „Klotzbeuten, Brettbeuten, Kastenbeuten". Beutkiefern heißen Kieferstämme, in denen Bienen hausen.

Im Altdeutschen heißt die Biene pie, im Althochdeutschen „imbi" oder „impie" (im = ein).

Im Ungarischen heißt Biene méh, im Griechischen me-lissa. Vor me setzte man auch die Silbe i (ursprünglich wahrscheinlich ein Artikel), also ime, daraus verstärkt imme, auch hime, daher Hymettos, der durch seine Bienenzucht und seinen Thymianreichtum berühmte Berg in Attika.

Aus me entstand das Wort met, das ursprünglich den reinen Honig, später den vergorenen Honig bedeutete. Im Sanskrit heißt Honig madhu, was aus Met abgeleitet werden kann. Lateinisch heißt die Biene apis, von a und pi (bi). Hapi heißt bei den alten Ägyptern der Stier. Die Ägypter glaubten, die Bienen seien aus dem Blut toter, also verwesender Rinder entstanden, deren Seele hätte also die Form von Maden und Fliegen angenommen. Die Honigbiene war das Reichssinnbild Unterägyptens, also mußte sie unbedingt zu den allerheiligsten Tieren zählen neben dem Hapi, dem Stier, als dem Vertreter der Rinder, die Milch und Fleisch lieferten. Die Biene galt auch als Verkörperung des Hauptgottes Osiris, der dem Volk lehrte, wie man Bier macht, das Getränk, welches „berauscht und Freude bereitet". Von griechischen Schriftstellern wird berichtet, daß der heilige Stier auf der Unterseite seiner Zunge eine Zeichnung besitzen mußte, die einem Insekt ähnlich sah. Das sollte wohl als Zeichen dafür gelten, daß die Seele der Biene in ihn eingewandert sei. So wird es auch verständlich, warum gerade Osiris so gut Bescheid weiß mit der Gärung, denn wie in den Stier wanderte seine Seele auch in die aus dem toten Stier entwickelte Biene, und die Biene verstand etwas von der Gärung. Der Name Osiris leitet sich ab von Iris, der Regenbogen, der die erste und ursprüngliche Gottheit des Urmenschen war (Sajó, Studien über den Eibenbaum, Prometheus, Bd. X und XI, 1898—1900); ari heißt im Türkischen die Biene, avis im Lateinischen der Vogel. Italienisch heißt der Vogel uccello, böhmisch

vcela die Biene. Ungarisch heißt der Vogel madár, madhu der Honig. So finden sich vielfach Verknüpfungen zwischen den Namen Vogel und Biene und Honig. Auch den germanischen Vorfahren galt die Biene als höheres Wesen.

Die ersten Hautflügler — holzwespenähnliche Kerfe — hat man erst in den mittleren Schichten des Jura, im sog. Dogger gefunden, in denen noch keine Blumen existierten; sie führten einen Legebohrer, aber noch keinen Wehrstachel, wie ihnen die Bienen und Raubwespen besitzen, deren Mundteile an das Vorhandensein Honig absondernder Blüten gebunden sind, die frühestens in der Kreide auftraten.

Leider sind aus dieser Zeit nur mangelhafte Reste erhalten, wogegen uns der Bernstein der Braunkohlenzeit gesellige Bienen, besonders Hummeln, aber auch öfter Raubwespen mit den feinsten Einzelheiten erhalten hat, ebenso Schlupfwespen, Goldwespen und Ameisen. (Nach Ed. J. R. Scholz „Bienen und Wespen, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten", Leipzig, Quelle u. Meyer, 1913.) Die Entwicklung der Bienen, Hummeln und Wespen zu ganzen Staatsgebilden mit vielseitiger Arbeitsteilung aus mehr einzeln lebenden Formen, die auch Nektar genießen, ist also vor sich gegangen trotz der vorausgegangenen Gewöhnung an einen, wenn auch zumeist mäßigen Alkoholgenuß. Nur wenn der Honig feucht wurde, dann geriet er in kräftigere Gärung und konnte sein Genuß zu einem stärkeren Rausch führen. Leider hat die Forschung noch zu wenig die Gärung und deren Folgeerscheinungen im Darmkanal der Biene in Betracht gezogen.

Ed. J. R. Scholz-Königshütte, O.-S., Verfasser des empfehlenswerten oben bereits erwähnten Büchleins macht die instinktive Scheu des Menschen vor Stechimmen dafür verantwortlich, daß noch so große Lücken in unserem Wissen über die Bienen bestehen. Auch die Bienenfeinde, sowohl die der Einsiedlerbienen (Grabbienen, Holzbienen Maurerbienen, Mörtelbienen, Tapezierbienen, Blattschneider-, Woll-, Harz- und Seidenbienen, Schmarotzerimmen) als der geselligen Bienen (Hummeln und Honigbienen) nehmen an dem Alkoholgenuß teil. Für die Feinde der Wespen und Ameisen gilt das gleiche. Schon die oben angeführten Namen der verschiedenen Bienen deuten an, wie vielseitig sie in ihrer Kunst des Nestbaues und der Beutebeschaffung sind.

Bezüglich der Hummeln gilt ähnliches. Da gibt es u. a. Schafpelzhummeln, Erdhummeln, Wiesen-, Stein-, Moos-, Acker-, Baum-, Wald-, Obst-, Höhlen- und Gartenhummeln, ferner die Soroes-, Raps- und irreführende Hummel.

Von den deutschen Wespen ist die Hornisse, mittlere Wespe, Waldwespe, sächsische Wespe, die deutsche, die gemeine, die rote österreichische, ferner die gallische oder Feldwespe zu erwähnen.

Von der Begierde der Bienen und Wespen nach Zucker bekommen wir am besten eine Anschauung in den Konditorläden kleiner Landstädte, namentlich zur Zeit der Obstkuchen. In Alleen blühender Linden herrscht mitunter ein solcher Bienenverkehr, daß ein starkes Summen wahrnehmbar. Auch das Heer der Fliegen stürzt sich auf

zuckerhaltige Stoffe und kann man namentlich auf den Balkonen in der Großstadt beobachten, wie eifrig die Fliegen bei dem Auftupfen der von den Blatt- und Schildläusen ausgespritzten Zuckertropfen sind. In Obsthandlungen umschwirrt uns namentlich die kleine Essigfliege, die mit einem ausgezeichneten Spürsinn für Orte, an denen es gärt, ausgerüstet ist: sie ist zum Alkoholdetektiv wie geschaffen. Für vergorene Flüssigkeiten interessieren sich auch Mücken lebhaft, wie man auf Höfen von Weinkellereien, namentlich von Schaumweinkellereien, wo öfters Flaschenbruch vorkommt, sehen kann. Auf dem Scherbenhaufen mit den Weinresten erheben sich ganze Wolken von Mücken. Auch an den bierbrauenden Bäumen trifft man sie neben Fliegen, Bienen, Wespen und Ameisen an.

In der Staatengliederung der gesellig lebenden Insekten spielt die Arbeiterklasse = verkümmerte Weibchen, die wichtigste Rolle, denn sie sammeln die Nahrung, tragen sie ins Nest ein und füllen die Wabenzellen damit an. Die Pollenmassen, die die Bienenhöschen ausmachen, werden in die Wabenzelle abgestreift und mit dem aus dem Saugmagen wieder herausgedrückten, erbrochenen Honig vermischt. Eine Sammelbiene fliegt am Tage bei günstigem Wetter bis zwölfmal aus. Ist die Wachszelle — das Wachs wird an der Unterseite der Hinterleibringe produziert, abgestreift und dann gekaut, ehe es zum Aufbau der Zellenwand benutzt wird — angelegt, dann legt die Königin ein Ei hinein. Die Pflege der jungen Larven und die häuslichen Arbeiten übernehmen andere Arbeiter, die im Nest bleiben und sich am Sammeln nicht beteiligen. Am Eingang zum Nest sind Wachtposten ausgestellt, die drohende Gefahr sofort durch verstärktes Summen melden. Namentlich die Hummeln nehmen jede Störung sehr übel; auch einen Weckposten haben sie, den „Trommler", der in aller Frühe fast eine Stunde lang durch lebhafte Flügelbewegungen und Ausstoßen der Luft aus den Stigmen ein fortwährendes rr, rr erzeugt, bis die Sammler aus dem Schlaf erwacht und ausgeflogen. Zur Beobachtung des merkwürdigen Trommlers eignen sich hauptsächlich starke Nester der Gartenhummel, der größten bei uns heimischen Hummelart (bis 25 mm lang), für die ein stark verlängerter Kopf und kräftig entwickelte Mundteile charakteristisch sind.

Professor Grüß-Friedrichshagen bei Berlin hat den Nachweis erbracht, daß die in dem Sporn des Löwenmauls anzutreffende Dreizackhefe (Anthomyces Reukaufii) zwischen den Haaren der Zunge der Hummelkönigin überwintert und von dieser auf die jungen Blüten im Frühjahr wieder übertragen wird. Daß die Feinde der Hummel natürlich auch deren Hefenvorrat übernehmen, ist selbstverständlich; wir müssen daher im Fuchs, Iltis, Marder, Wiesel, Spitzmaus, Igel, Maulwurf, Feldmaus, die alle passionierte Hummelräuber sind, auch deren Hefen finden; ebenso im Dorndreher, Wespenbussard, in Schwalben, Krähen und Hühnern. Krähen, Dohlen, Elstern suchen gern abgemähte Wiesen nach Hummelnestern ab, Haus- und Wildhühner, besonders aber Fasanen auch zu anderen Zeiten. Hummelräuber sind vor allem

auch die Blütenspinnen. Auch die stärksten Hummeln werden von ihnen meuchlings angefallen und erliegen leicht dem Spinnengift, nachdem sie im klebrigen Netz der Radspinne sich verfangen haben. Arg setzen auch die Schwalben den ein- und ausfliegenden Hummeln zu, die sie als besondere Leckerbissen schätzen.

Wie wichtig unter Umständen die Gegenwart von Hummeln ist, geht aus der Tatsache hervor, daß die Kultur des nach Australien gebrachten Rotklees erst gelang, als man auch Hummeln einführte.

Bei der Honigbiene ist die staatliche Organisation noch ausgeprägter als bei den Hummeln; bei ihr geht nicht am Ende des Sommers das ganze Volk zugrunde, sondern es überwintert im Nest. In heißen Ländern treffen wir die stachellose, aber mit kräftigen Kiefern ausgestattete Biene Melipona an, die nur Fliegengröße erreicht und ihr Nest bis 5 m tief in der Erde baut. Als Baustoff für die Waben benutzt sie außer Wachs, das sie auf dem Rücken ausschwitzt, auch Harz — es werden eigene Harzvorräte angeschafft — ja gelegentlich auch Mist. Je nachdem die Wabenzellen als Honig- oder Pollen- oder Brutzellen dienen sollen, erhalten sie verschiedene Formen. Die Brutzellen werden aber nach dem Ausschlüpfen der Larven wieder abgebaut und entfernt. Vor dem Flugloch legt die Melipona oft Fußangeln gegen ungebetene Gäste, wie Raubbienen, Ameisen in Form stark klebriger Warzen. Mitunter lebt sie friedlich mit Termiten zusammen, deren Gänge oft die Waben durchbrechen.

Die Brutzellen erhalten im Gegensatz zu unserer Honigbiene nicht gleich am Anfang ihr Ei, sondern erst nach der Füllung mit Futter.

Die große gestachelte indische Wanderbiene baut nur eine einzige senkrechte Wachswabe und für alle Stände die gleichen Brutzellen.

Eine andere indische Biene, die „blumenreiche Stockbiene", baut wie unsere Honigbiene Drohnen- und Weiselzellen, steht ihr also schon sehr nahe.

Unsere Honigbiene ist ein „Bauchschwitzer". Innerhalb $1^1/_2$ Tage werden nach reichlichem Honiggenuß auf der Unterseite des zweiten bis fünften Leibesringes je zwei glimmerartige Blättchen von Wachs aus besonders glatten Flächen, „Spiegel" genannt, ausgeschwitzt. Mittels der Wachszange an der Ferse hebt die Biene das Wachs ab, knetet es im Munde mit Speichel und trägt es auf die Wabenwand auf. $4^1/_2$ Millionen dieser Plättchen sollen erst 1 kg Wachs geben, das aus der 20fachen Honigmenge geliefert werden soll. Der von den Arbeitsbienen eingesammelte Nektar der Blüten wird im Vormagen zu Trauben- und Fruchtzucker invertiert und als Bienenhonig in die Zelle erbrochen. Vor dem Verschluß derselben wird er noch mit einem Tropfen Ameisensäure angesäuert. Zur Zeit der höchsten Blüte kann ein starkes Volk täglich bis 2 kg Honig eintragen. Das Gewicht des im Stock verbauten Wachses soll aber nur den zehnten Teil von jenem des Honigvorrats ausmachen. Letzterer verringert sich bedeutend zur Winterszeit und bei schlechtem Wetter, da Königin, Drohnen und Arbeitsbienen davon

zehren. Um 1 kg Pollen einzutragen, sind etwa 80000 Bienenlasten nötig, die kaum an einem Tage geschafft werden können, zumal auch Wasser — mit Vorliebe aus Mistpfützen entnommen — noch zur Herstellung des Larvenfutters aus Honig und Pollen nötig ist. Alle drei Teile werden im Bienenmagen gemischt, dabei wird mit dem Honig bald gespart, bald freigebig umgegangen, je nachdem Arbeiterinnen oder Königinnen aus den Larven gezogen werden sollen. Nach 5 bis $6^1/_2$ Tagen sind die Arbeiter- bzw. Drohnenlarven erwachsen, und sie beginnen nun sich einzuspinnen, nachdem die Zelle von der Pflegemutter verschlossen wurde. Die Arbeiterzelle ist flach, die Drohnenzelle buckelig gedeckelt. 16 bzw. 20 bis 24 Tage nach der Eiablage ist die Entwicklung der Königin bzw. Arbeiter und Drohnen vollendet. Die Arbeiter werden nur wenige Wochen alt, die Drohnen werden nach dem Hochzeitsflug der Königin von den Arbeitern abgestochen oder gewaltsam aus dem Nest entfernt.

Die Königin, die beim Hochzeitsflug begattet wird, kann bis 7 Jahr alt werden. Eine mehrmalige Begattung findet nicht statt, trotzdem reicht das aufgenommene Sperma, um täglich Hunderte von Eiern zu befruchten. Auf dem Grunde der Zellen wird nur je ein Ei abgelegt. Eier, die mit Sperma nicht bedacht wurden, entwickeln sich zu Drohnen. Jungfräuliche Königinnen legen also nur Drohneneier, ebenso wie manche Arbeitsbienen. Ist das Volk zu zahlreich, dann zieht die jeweils älteste Königin mit einem Schwarm ab; dies kann sich wiederholen, jeder Schwarm „Jungfernschwarm" bildet im gleichen Sommer noch einen neuen Staat. Ein kräftiger Stock faßt 50000 bis 60000 Bewohner, von denen etwa der 20. Teil Drohnen sind. In volkarmen Stöcken fallen die jungen Königinnen den älteren zum Opfer; in volkreichen werden sie noch in der Zelle gehalten und durch einen engen Spalt von Arbeiterinnen weiter ernährt. Wenn sie ausschlüpfen, lassen sie ihr „tü tü" ertönen gegen das frühere ängstliche „qua qua". Ein weiselloses Volk „heult" in klagenden langgezogenen Tönen, während beim Wiederauffinden der Königin ein freudiges Summen einsetzt. Neue Schwärme werden von einem Vortrupp, der eine günstige Nistgelegenheit ausgekundschaftet, dorthin geleitet. Manche Bienenstöcke haben sich über 100 Jahre erhalten. Daß die Bienen auch ein gutes Zeitgedächtnis haben, geht daraus hervor, daß sie blühende Buchweizenfelder nach 10 Uhr vormittags nicht mehr besuchen, da dann die Blüte mit dem Ausscheiden des Nektars aufhört. Forel bekam immer nur zum Frühstück, bei dem regelmäßig Süßigkeiten aufgetischt waren, Besuch von Bienen aus einem benachbarten Stock, nicht zu anderen Mahlzeiten. Sind die Blütenteile mit Nektar zu lang, so machen es die Bienen ähnlich wie die Hummeln, indem sie diese Teile am Grunde anbeißen. Bewundernswert ist auch die Art, wie die Bienen für Reinlichkeit und Ventilation in ihrem Stock sorgen, und wie sie nach dem langen Winter ihren ersten Reinigungsflug veranstalten. Wenn der frisch eingebrachte Nektar noch nicht steif genug ist und infolge des hohen Wassergehaltes leicht in Gärung gerät, da wird ebenfalls durch gemeinsame gleichzeitige

Bewegung der Flügelpaare der Insassen des Stockes eine kräftige Durchlüftung besorgt.

Auch die Wespen sind geistig regsame Tiere; sie sammeln aber nur selten Honig; sie bauen in ihren Nestern ebenfalls Waben, einzeln oder in mehreren Stockwerken und umgeben den ganzen Bau mit mehreren Hüllen aus papierähnlichem Stoff, der durch Kauen von weichem Holz entstanden. Sie sind meist Raubtiere und durch ihre Stiche nicht ungefährlich. Eine Hornisse z. B. stürzt sich auf Libellen, beißt ihnen den Kopf ab und verzehrt sie in kurzer Zeit. Weinbeeren, süße Früchte, gärende Flüssigkeiten sind ihnen besonders angenehme Nahrung. Die in offenen Bottichen auf freiem Felde vergärenden Zwetschenmaischen, aus denen in Bosnien, Serbien der Slibovitzschnaps hergestellt wird, sind von ihnen förmlich umlagert. Sie sind wohl die größten Trunkenbolde unter den Insekten, nähren sich aber auch von Fleisch jeder Art. Auch bei ihnen überwintert nur die Königin, die im Frühjahr sich die Arbeiterinnen aufzüchtet, mit denen sie an den Nestbau geht. Das Wegfangen der Königinnen im Frühjahr ist die beste Maßregel, um die lästigen Tiere zu vermindern. Harmlose, friedliche Wespen sind die sächsische, norwegische und die gallische oder Feldwespe. Da die Wespen meist Doldenblätter besuchen, wird ihre Hefenflora auch hauptsächlich aus diesen Blüten stammen. Leider ist hier noch gar nichts Näheres erforscht.

Wir kommen nunmehr zu der wichtigsten und verbreitetsten Gruppe von Zucker, Nektar und Honig genießenden Insekten, zu den Ameisen. Frederico Delpino hat rund 3000 Pflanzenarten aus beinahe 300 Gattungen angeführt, die mit Nektarien Ameisen anzulocken versuchen. Mit Ausnahme von zwei Farnkräutern gehören diese „Ameisenpflanzen" höheren Organisationsstufen an, wie sie sich erst nach der Jurazeit entwickelt haben. Die Anpassung der Farnkräuter an Ameisen hat jedenfalls erst in späterer Zeit stattgefunden, als die Blattschneiderameisen ihr Unwesen trieben und auch die Farnkräuter gefährdeten.

Bei Pteridium aquilinum (Adlerfarnart) sind an der Basis der unteren Blattabschnitte Nektarien angelegt, die in Brasilien von einer Crematogasterameise eifrig besucht werden, die die Blattschneiderameisen von den Farnwedeln fernhält. Hier muß also der Teufel durch Belzebub ausgetrieben werden, sollen die einzelnen Arten vorm Untergang bewahrt bleiben. Die raffinierten Einrichtungen, durch die sich die Pflanzen ihre Schutzameisentruppe sichern, sind zu mannigfaltig, um hier im einzelnen besprochen zu werden. Jedenfalls spielen aber die Nektarien und die Blattläuse die größte Rolle. Ähnliches ist bei manchen Tieren der Fall, die sich unter den Schutz der Ameisen begeben und diese durch süße Ausscheidungen oder aromatische Gerüche bewegen, sie in ihren Nestern zu dulden. Die Ameisen speichern den Nektar nicht wie die Bienen in Waben, sondern wenn sie es überhaupt tun, benutzen sie dazu gewisse Artgenossen, die im Nest gleichsam als lebende Honigtöpfe gehalten werden und von ihrem Vorrat auf Wunsch abgeben. Sie sind von den Arbeitern mit dem Saft von

Eichengallen so vollgepumpt worden, daß sie so dick wie Erbsen und Bohnen aussehen. Wie in einer Speckkammer die Speckseiten und Schinken, so hängen Hunderte solcher ungestalteten Tiere an der Decke des Nestgewölbes.

Die Blattschneiderameisen tragen ihre Vorräte von zerkauten Blattstücken in lockere schwammige Haufen zusammen und züchten darauf einen Pilz, der ihnen einen gut verdaulichen Leckerbissen in Form kohlrabiähnlicher Knöllchen liefert.

Manche Ameisen tragen in ihre Nester Blattläuse ein, damit diese an dem Wurzelgeflecht der unterminierten Pflanzen saugen und den frischen Zuckersaft gleich in ihre Mäuler spritzen können. Die Ameise hält sich also ihre Melkekühe, die aus dem Wurzelsaft Zucker saugen oder gar erst bereiten. Daß die angesaugten Pflanzen in kurzer Zeit verkümmern und geringe Ernten geben, ist der Ameise gleichgültig. So manche Ernte wird durch sie vollständig vernichtet. Die Zuckerameise hat ganze Zuckerrohrplantagen aufgefressen. Anderseits kommt es auch vor, daß da, wo Ameisen den Boden unterminieren, ohne Blattläuse zu züchten, die betreffenden Pflanzen ausgezeichnet gedeihen. Manche Ameisen werden in den Tropen zu einer wahren Landplage. Wo die Jagdameise einfällt, muß alles, Mensch und Vieh, die Flucht ergreifen, dafür finden sie aber nach der Rückkehr Ställe und Wohnungen von allem Ungeziefer gereinigt. Ja, in manchen Fällen stellt man bestimmten Ameisen die Aufgabe, gewisse Pflanzungen von Schmarotzern und Parasiten zu reinigen. Die Chinesen haben in ihren Orangerien schon seit Jahrtausenden Ameisen künstlich angesiedelt. Die Baumwollpflanzer in Mexiko mußten zu ihrem Leidwesen erfahren, daß in Mexiko die Ameisensorte noch fehlte, die in den Ursprungsgebieten der Baumwollpflanze den verderblichen Rüsselkäfer Anthonomus grandis von ihr fern hält. Der Baumwollstrauch selbst hat durch extraflorale Nektarien eigens die Ameisen anzulocken versucht. Überall, wo wir extraflorale Nektarien antreffen, dürfen wir der Pflanze die Absicht zugrunde legen, daß sie sich mit Ameisen anfreunden will, damit diese ihr andere tierische Schädlinge vom Leibe halte. Die Rosa Banksiae braucht infolge des Besitzes von extraforalen Nektarien weder Stacheln noch Drüsenhaare, da die Ameisen die gefräßigen Larven der Rosenblattwespen Hylotoma rosae und H. pagena sofort umbringen würden.

Wo Ameisen nicht schon Zuckersäfte in der Natur vorfinden, da versuchen sie mit anderen Methoden zu solchen zu kommen: sie tragen alle möglichen Samen in die Vorratskammern ihrer Nester und lassen sie keimen, um dann Wurzel- und Blattkeime und das Endosperm auszusaugen, nachdem die Stärkeverzuckerung vor sich gegangen. Ein Kauen der Nahrung ist ihnen nicht möglich, sie können nur mit der Zunge das Flüssige aufnehmen.

Die Ameisen wissen vorzüglich die aufgespeicherten Samen trocken zu halten, Dauerware aus ihnen zu machen, zur Zeit des Gebrauches aber sie zu vermälzen, ohne daß Schimmelbildung einsetzt. Ob sie

dabei sich der Ameisensäure als Desinfiziens bedienen, ist noch festzustellen, aber nicht unwahrscheinlich. Sie sind aber auch Gärtner, die gewisse ihnen angenehme Grasfrüchte um das Nest anpflanzen, um die Ernte vor der Tür zu haben. Sie sind Viehzüchter (Blattläuse) und geschickte Handwerker, so die Weberameisen, die Blätter zusammennähen mit Hilfe ihrer jungen fadenspinnenden Larven, die sie wie Weberschiffchen von Blattrand zu Blattrand sich reichen und dabei deren Mäuler auf letztere drücken, damit der Faden fest klebt. In dem Blätternest sollen sich dann Blattläuse ungestört ansiedeln können.

Sie sind aber auch Jäger auf manche schädliche Insekten, bei uns Formica rufa, pratensis und exsecta, die manche Bäume von Borkenkäfern und deren Larven und Puppen säubern. Ihr Staatengebilde ist durchaus militärisch organisiert, neben Königin, Männchen, Arbeitern gibt es dickköpfige mit mächtigen Kiefern ausgerüstete Soldaten, die mutig auf den Feind sich stürzen, auch wenn er hundertmal größer ist als sie. Heuschrecken werden innerhalb kurzer Zeit erledigt durch Zerbeißen der Gelenke und durch Gift.

Als Baumeister leisten sie vorzügliches und ist es zu verwundern, wie sie sich untereinander über den Bauplan einigen, Tragsäulen für die verschiedenen Stockwerke und Gewölbe an der richtigen Stelle errichten, wie sie Grashalme, Stengel u. dgl. als stützende Elemente verwerten und mit der Baumasse verkleben. Das Telephon ersetzen sie durch die Trommelsprache, indem eine Ameise der anderen durch Beklopfen mit dem Fühler die Meldung weitergibt bis in die innersten Ausläufer ihrer Gänge. Wenn die Wachtposten, die sich regelmäßig ablösen, „Gefahr im Anzug" melden, stürzen alle Bewohner des Nestes sofort heraus. Trotz ewigen Buddelns in der Erde erscheinen sie stets sauber auf der Bildfläche; ebenso werden die Bruträume, in denen die jungen Eier und die jüngeren und älteren Larven gesondert gehalten werden, aufs peinlichste rein gehalten. Scheint die Sonne, dann bringen sie die Brut in die mehr erwärmten Räume oder setzen sie gar der Sonne selbst aus. In Gefahr suchen sie die Brut zu retten und mit ihr zu fliehen. Daß sie Meister in der Pilzzüchtung sind, haben wir schon erfahren, doch hier ist noch anzufügen, daß die Königin vor dem Hochzeitsflug im Mund einen Bissen von dem Pilzmaterial als Vorrat mitnimmt für den Fall, daß sie vom Wind oder Sturm verweht wird und eine neue Ansiedlung gründen muß. Dann lebt sie eine Zeitlang von ihren eigenen frisch gelegten Eiern, düngt die abgelegte Pilzmasse mit ihren Exkrementen und füttert auch die jungen Larven mit Eiern, bis der Pilz herangewachsen ist und Nahrung für alle liefert. Daß auch die Ameisengäste zu der Mikroflora des Nestes in Beziehung treten, ist sicher, ebenso die Feinde der Ameisen, die sie als Leckerbissen verzehren. Man hat über 2000 „myrmekophile Insekten" festgestellt. Leider wissen wir über das Hefenleben im Ameisenhaufen noch wenig, doch bestehen Angaben, nach denen manche Ameisen bei Potsdam mit einem Kranz Hefen am Halsteil belegt sind.

Berlese hat in sterile Glasröhren Ameisen, Fliegen und andere Insekten eingeführt und dann immer Hefen (Saccharomyces apiculatus, S. ellipsoideus und auch S. Pastorianus) nachweisen können. Im Vormagen bzw. Kropf der Insekten ist der Ort, wo sich die Hefen besonders gut vermehren können. Es ist unausbleiblich, daß an dieser Stelle auch eine alkoholische Gärung eingeleitet wird, und daß die Tiere eigentlich immer der Alkoholwirkung ausgesetzt sind, ja, daß sie weitgehend daran gewöhnt sind. Auf das Körpergewicht berechnet, dürften sie vielleicht mehr Alkohol genießen als der Mensch. Und trotzdem die hohe Intelligenz bei diesen Tieren, trotzdem keine Anzeichen von Degeneration — wo sie auftritt, bei den sklavenhaltenden Amazonenameisen, da ist die Faulheit der Grund zur zunehmenden Unselbständigkeit und das Raub- und Plünderungssystem, durch das sie sich ein bequemes Leben verschaffen. Diese Sorte von Ameisen geht nicht nach Nektar und Honig — ihre einzige einmalige Beschäftigung ist der Raub von Puppen in anderen Nestern — und wird so auch kaum von der Alkoholwirkung betroffen. Man kann also vielleicht sagen, daß hier die abstinenten Rassen auf Kosten der frohen fleißigen Alkoholgenießer schmarotzen und von deren Kapital ein bequemes, aber moralisch nicht einwandfreies Leben führen. „Das Raubleben führt zur Arbeitsscheu, diese zum Schmarotzertum und dieses zum Verluste der vielseitigen Intelligenz — zur vollkommenen Unbehilflichkeit." „In Ameisenkreisen geht es nicht anders zu als in Menschenkreisen." (Sajo.)

Im Voraufgehenden habe ich einen Überblick über die zuckergenießenden und mit dem Alkohol unzweifelhaft bekannt gewordenen Tiergruppen gegeben. Ich glaube, daß die meisten Leser von der Fülle der geschilderten Tatsachen angenehm überrascht sein und nunmehr ihre Augen in der freien Natur auf diese Tiere häufiger richten werden, den Zeugen dafür, daß Alkohol nicht zur Degeneration zu führen braucht, sondern die höchste Organisationsstufe im Tierleben begleiten kann.

Sajo geht sogar soweit, daß er die Organisation im Ameisenstaat über die im menschlichen Staat stellt.

Innerhalb der Gemeinschaft eines Ameisenhaufens herrscht bereits das, was Schiller im Lied von der Glocke als höchstes Ziel der menschlichen Gemeinschaft hinstellt: die Eintracht. „Concordia soll ihr (der Glocke) Name sein. Zur Eintracht, zu herzinnigem Vereine versammelt sie die liebende Gemeine."

Prof. Sajo sagt: Die Ameisen wie die staatlich lebenden Insekten überhaupt haben es nämlich fertig gebracht, den Kampf ums Dasein, der in der menschlichen Gesellschaft noch immer wütet und Ursache des meisten Jammers und Elends ist, aus ihren Gesellschaften, die hunderttausend bis Millionen Köpfe zählen, zu verbannen. Jedes Individuum ist allen übrigen wohlwollend gesinnt, keines will die übrigen überlisten, übervorteilen, alle sind frei und vor unwürdigen Übergriffen ihrer Mitbürger vollkommen gesichert. Wie sie das zustande brachten,

ist uns ein unlösbares Rätsel. Nicht unwichtig ist der Umstand, daß sie die Größe ihrer Bruten nach der Menge der vorhandenen Nahrung bestimmen. Daß aber alle so fleißig, so arbeitsam, so gutmütig und friedlich sind, dürfte kaum anders als mittels künstlicher Zuchtwahl zustande gekommen sein, durch die man Störenfriede, Egoisten, „Überameisen", Spitzbuben und Faulenzer allmählich ausmerzte. Die Vertreibung der Drohnen im Bienenleben erscheint uns noch als ein Überbleibsel dieses Ausmerzungsprozesses gegen Taugenichtse. Sajo schließt:

„Wenn das kleine Ameisengehirn zu solchen Erfolgen gelangt ist, sollten da dem großen Menschenhirn nicht noch größere Probleme gelingen, z. B. die glatte Regelung der internationalen Beziehungen als Ergänzung zum inneren Frieden?

Vorläufig sind wir noch immer dem Kampf aller gegen alle, also der natürlichen Zuchtwahl, preisgegeben, die, wie wir täglich sehen, für höhere Zwecke blind ist und im Menschentum meist der unedlen Schlacke die Macht erteilt, womit dieser minderwertige Abschaum die wirklich edleren Naturen unterdrückt und ihnen selten erlaubt, zur Geltung zu kommen."

10. Zuckerrohr, Palmen und ihre gärfähigen Säfte.

Bei der freiwilligen (spontanen) Gärung des Zuckerrohrsaftes, die nach Marcano am schnellsten bei 30 bis 35° sich vollzieht in 18- bis 19%iger Konzentration — bei 20° tritt schon eine wahrnehmbare Verlangsamung ein, die Flüssigkeit fängt an sauer zu werden, und die Ausbeute an Alkohol wird mittelmäßig — entstehen Methylalkohol, Äthylalkohol, endlich eine ölige Säure. Das Destillat hat einen unangenehmen Geruch. Höhere Alkohole ließen sich nicht entdecken. (Compt. rend. 108, 955—957.)

Der Palmwein wird meist aus der Öl- oder Arengpalme Arenga saccharifera (Zuckerpalme) gewonnen. Die Blütenrispen werden abgeschnitten und an den Wundstellen Gefäße befestigt, in die der zuckerhaltige Saft hereinläuft. Ein Baum liefert bei richtiger Behandlung, die ihm aber trotzdem das Leben kostet, etwa 3 Monate lang, in Westafrika (Togo bzw. Kamerun) von Dezember bis März täglich ungefähr 8 Liter Saft; die Kokospalme $^1/_2$ bis 1 Liter Saft. Dieser Saft geht nach einigen Stunden in Gärung über und enthält dann wie ein sehr leichtes Bier ungefähr 3% Alkohol. Der Palmwein kann nur 12 Stunden lang aufbewahrt werden, dann wird er sauer, und höchstens Säufer wollen ihn noch trinken. Durch Zusatz von Pfeffer kann man ihn haltbarer machen, er wirkt aber dann stark berauschend. Eine Eigentümlichkeit des Palmweins ist es, daß er auch stark berauschend wirkt, wenn man nur geringe Mengen Schnaps, welcher Art er auch sei, nachher trinkt. Der Trinker wird dann wie rasend. Den europäischen Soldaten in Niederländisch-Indien ist deshalb das Palmweintrinken streng verboten. Die Ölpalme wächst nur da, wo Flußläufe oder Sümpfe genügend Wasser darbieten. Da sie dem Neger als Erwerbsquelle

(Palmkerne) dient, benutzt er sie nur da zur Palmweingewinnung, wo sie in Überfluß wächst.

Statt die Blütenrispen abzuschneiden, zapft man auch die Palmenstämme selbst an, indem man stellenweis die Rinde abschält und unter der Wundstelle irdene Töpfe anbringt. Die Anzapfung erfolgt am besten in den Abendstunden, da nachts der Flüssigkeitsdruck infolge verminderter Verdunstung ein größerer ist als am Tage. Man läßt die Töpfe bis zum Morgen an den Bäumen. Der Saft ist dann gewöhnlich noch süß und alkoholfrei und wird so als Tafelgetränk genossen; bei längerem Stehen entwickelt sich eine spontane Gärung, und er wird zum berauschenden Getränk „Tari".

11. Die Baumsäfte als Nahrung.

Die Saftflüsse können nach Ludwig (Mikrokosmos II, 9, S. 113) sowohl durch Tiere, wie Weidenbohrer, Hirschkäferlarven usw. als auch durch Blitzschlag, Frostwirkung, spontane Blutung, Ästung an lebenden Bäumen veranlaßt werden; auch an den Saftflüssen frischer Baumstümpfe siedelt sich eine Fülle von Mikroben an (s. a. Hansen, C. f. B. V, 1889, 1920, 21 oder W. f. Br. VI, 28, S. 661). Es werden angetroffen: Eichenälchen, Rädertiere, Milben, Amöben, Infusorien, bei dem „weißen Eichengärungsfluß" die Pilze Endomyces Magnusii (Ludwig), Saccharomycodes Ludwigii Hansen, Leuconostoc (Acetobacterium) Lagerheimii Ludwig, weiter Torulasporaspezies, Kahmhefen, Milchsäurebakterien, beim „braunen Pilzfluß" der Obstbäume, Roßkastanien, Ulmen, Pappeln und anderer Alleebäume Torula monilioides Sacc., Micrococcus dendroporthos Ludw. usw., bei dem „Moschußfluß" der Linden u. dgl. Nectria aquaeductuum, beim Milch- und Rosafluß der Hainbuchen, Birken usw. Rhodomyces dendrorhous Ludw., Endomyces vernalis Ludw., Saccharomyces Betulae, im Buchen- und Birkenfluß Ascoidea rubescens Bilf., Ascobolus Constantini, im Kastanienfluß Alluria accedens, auf Puyastümpfen Dipodascus albidus Lagerh., in Pilzflüssen von Bäumen auf Java, Ceylon, Borneo Oscarbrefeldia pellucida, Ascoidea saprolegnoides, Conidiascus paradoxus, im Saftfluß der Schwarzpappel Spirillum endoparagogicum Sorokin.

Der braune Torulafluß hat ganze Alleen zugrunde gerichtet und auch der weiße Eichenfluß ganze Bestände geschädigt. In späteren Stadien der Baumflüsse tritt nicht selten eine dunklere Färbung auf — schwarze Baumflüsse —, die von Algenansiedlungen herrührt, unter denen einzelne infolge der Gewöhnung an die dargebotene organische Nahrung aus Algen schließlich Pilze — Jungpilze Caenomyceten, wie sie Ludwig nennt — geworden sind, da ihnen das Chlorophyll abhanden gekommen ist.

Eomyces Crieanus, Ludw., Prototheca moriformis und P. Zopfii Krüger sind derartige Übergangsformen ohne Chlorophyll. Vom Prot. Zopfii hat Verf. nachgewiesen, daß er bei Luftgegenwart in einer schwachen Alkohollösung außerordentlich stark verfettet.

12. Der Blutungssaft der Bäume und seine Ausnutzung als Zuckerquelle.

Das Bluten der Bäume ist auf die Zeit vor der Laubentwicklung beschränkt. Den Winter über haben die Wurzeln ihr Wachstum in der Erde nicht aufgegeben und im Frühjahr drücken sie das aufgenommene Wasser mit großer Gewalt in den Stamm, der stark abgekühlt ist und in seinen Geweben eine Menge Luft eingeschlossen enthält. Ist reichlich Grundwasser vorhanden und die Außentemperatur gestiegen, dann dehnt sich auch die Luft im Stamme aus, sobald an demselben eine Wunde vorhanden, durch die der Saft abfließen kann. Nach der Entwicklung der Blätter saugen diese den Saft an sich, und die Wunden hören fast ganz zu bluten auf. Technische Bedeutung hat die Gewinnung des Blutungssaftes bisher eigentlich nur in Nordamerika erlangt, wo der Zuckerahorn einen wesentlichen Bestandteil der Wälder ausmacht oder wo er planmäßig angepflanzt wurde. Vor der Einführung der Zuckerrübenkultur erzielte man jährlich etwa 400000 Ztr. Ahornzucker. Man rechnet pro Stamm und Jahr durchschnittlich 174 Liter Zuckersaft mit 5 kg Zucker. Das Eindicken des nur 3 bis 6% enthaltenden Saftes geschah in den wandernden Siedereien mit Brennholz, das im Wald ja in unbegrenzter Menge zur Verfügung stand. Von unseren Bäumen kommt der Spitzahorn dem Zuckerahorn sehr nahe. Weniger reich ist die Ausbeute an anderen Bäumen, wie Birke, Hainbuche, Esche u. dgl. Der Zuckergehalt des Blutungssaftes ist beim Zuckerahorn (Acer saccharum) 3 bis 6 (7)%, bei Acer negundo 2,5, A. dasycarpum 3,7, A. tartaricum 3,4, A. platanoides 2,5 bis 4,7, A. pseudoplatanus 2,2 bis ?, A. campestre 2,2 bis ?, Birke (Betula alba) 0,57 bis 1,66, Hainbuche (Carpinus betulus) 0,2 bis 0,56%. Ist der Boden wasserarm, dann kann man nach Wieler durch Begießen der Wurzeln den Blutungssaft steigern. — Nach Wieler sollen auch Nadelhölzer etwas bluten. Über die Zeit, in der das Bluten der einzelnen Bäume beobachtet wurde, gibt Neger an, daß die Ulmen im November und Mai bluten, der Nußbaum oft schon im Dezember und Januar, die Pappeln Anfang April, die Hainbuche von Mitte März, die Kornelkirsche Anfang Mai, der Spitzahorn Ende April bis Mitte Mai. Die Ahorne hören verhältnismäßig früh zu bluten auf, während die Hainbuche noch nach der Laubentwicklung fließt. Die Ahornbäume hören in der Regel am späten Nachmittag zu bluten auf, bei einer Birke sammelte Hartig von früh 5 Uhr bis zum Mittag 1,75 kg Saft, von da bis 6 Uhr abends 0,75, und von da bis zum anderen Morgen um 6 Uhr 1 kg Saft ein. Erwähnenswert sind die Erfahrungen, die in Böhmen auf der Czerninschen Herrschaft Neuhaus mit dem Anbohren der Ahornbäume in den 6 Jahren von **1811** bis **1816** gemacht worden sind: Es ist zweckmäßiger an einem und demselben Baume mehrere kleine und nicht sehr tiefe, als ein bis zwei größere tiefe Löcher zu bohren, da die Zuckerwasserernte schneller zu Ende kommt und die Wunden besser heilen. Schräge Bohrung war besser als gerade. Aus 1000 Bäumen wurden durchschnittlich 100000 bis 300000 Liter Zuckerwasser gewonnen = 100 bis 300 Ztr. Zucker. 1815

betrug die Ernte in Neuhaus 673 Ztr. Zucker und Sirup. Die Kosten pro Kilogramm Zucker kamen auf 20 bis 24 Kreuzer. Im Januar oder Februar soll man schon Probebohrungen auf der Südseite des Baumes machen und zwar bei mindestens 30jährigen Bäumen. Ein Bauer in Oslau hat mitgeteilt, daß auf seinem Grundstück ein 125jähriger Ahornbaum mindestens 80 Jahre hindurch abgezapft worden ist.

Der Verlust von 1 bis 2 kg Zucker ist zu gering, um den Baum allzustark zu schädigen, er verträgt ja auch Astbrüche bei Stürmen. (Neger, aus „Die Naturwissenschaften, Heft 8, 1917.)

13. Der Milchfluß der Bäume[1]).

Eine in jedem Frühjahr regelmäßig wiederkehrende Erscheinung ist der Milchfluß an frischen Baumstümpfen oder sonstigen Wundstellen, die namentlich durch die Frühlingsstürme unseren Bäumen beigebracht werden. Die Bezeichnung Milchfluß stammt von dem unlängst verstorbenen Biologen des Greizer Waldgebietes Hofrat Professor Dr. F. Ludwig, der sie zuerst im Februar 1891 prägte und näher deutete. Es handelt sich natürlich nicht um einen Milchsaft, wie wir ihn zum Beispiel an unseren Wolfsmilcharten oder bei dem Gummibaum hervorquellen sehen, deren Äste oder Blätter wir verletzten, sondern um einen an sich völlig klaren Baumsaft, der erst durch die massenhafte Entwicklung eines zumeist hefeähnlichen Pilzes ein milch- oder rahmähnliches Aussehen annimmt. — Beifolgende Abbildungen, die Herr Fabrikant Gotth. Schulz-Greiz mir freundlichst überlassen hat, veranschaulichen uns die Erscheinung. Die Aufnahme erfolgte im März. „Es fließt jetzt dort die Sahne von etwa 40 Birkenstümpfen zu Boden", heißt es in dem Begleitschreiben. Von dem Aussehen des Pilzes unter dem Mikroskop gibt Abb. 4 eine Vorstellung. Die betreffende Probe stammt allerdings von einer anderen Örtlichkeit, Zsargyec mniespe in Russisch-Polen, wo sie einer meiner Schüler, der Brauereidiplomingenieur Schrettenseger, von blutenden Birken, die in den ersten Apriltagen gefällt worden waren, einsammelte und auf etwas Zeitungspapier an mich einsandte. Der Name des Pilzes ist Endomyces vernalis Ludwig. Reinkulturen von der letzten Probe bewiesen mir, daß der Pilz Zucker nicht zu vergären vermag, ihn aber um so kräftiger zum Wachstum und zur Vermehrung seiner Zellen auszunützen versteht und zur Ölbildung, sofern günstige Bedingungen dafür geschaffen werden, wie reichlichere Zuckerdarbietung und Luftzutritt. An letzterem fehlt es ja dem Pilz nicht an den Birkenstümpfen, wohl aber an ersterer, und das bißchen Zucker in dem Saft wird eben gerade zur Zellvermehrung gebraucht, die durch die andauernde Zufuhr auch stickstoffhaltiger Nahrung in Gang erhalten wird. Nur bei anhaltender Trockenheit im Frühjahr stockt sie, und dann kann es wohl vorkommen, daß man auch verfettete Zellen antrifft. Die Verfettung ist um so energischer, je mehr der Zucker die Stickstoffnahrung

[1]) Vgl. Lindner, W. f. Brauerei 25/26, 1916: Der Milchfluß der Bäume. Mit 38 Abbildungen.

übertrifft. Streut man auf den Endomycesbelag des Baumstumpfes Farinzucker, so ist in wenigen Tagen die Mehrzahl der an der Oberfläche liegenden Zellen verfettet, und zwar so stark, daß es nicht mehr gelingt, sie zum Auskeimen zu bringen. Wäre der Baumsaft stets ähnlich überzuckert, so würde dies das Aussterben der Art bedeuten, denn jede Zelle würde sich so an Zucker übernehmen, daß sie nachher nicht mehr zur Vermehrung käme.

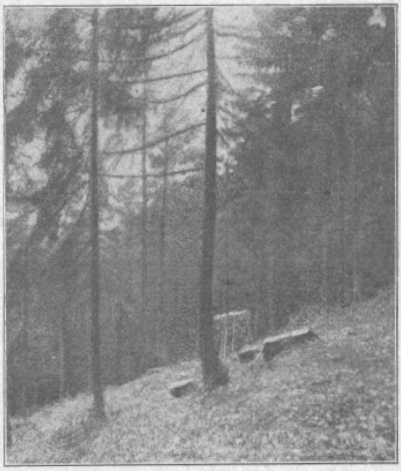


Abb. 4. Milchfluß
an Birkenstümpfen im Walde von Gretz.

Wo größere Waldflächen mit Birken, Ahorn oder Hainbuche im Frühjahr zur Strecke gebracht sind, könnte man ganz beträchtliche Pilzmassen unseres Endomyces einsammeln und für den Haushalt verwerten. Man würde die sahnigen Massen mit einem großen Löffel abkratzen und in einem großen Steinkrug oder einem ähnlichen Behältnis mit nach Hause bringen und dort auf Horden zum Trocknen verteilen, nachdem man vorher vielleicht mit wenig Wasser das Ganze aufgeschlämmt und gereinigt hat. Die dickbreiige Masse bekäme dann vielleicht noch einen ordentlichen Zuschuß an Streuzucker und könnte dann zu einem waffelähnlichen Gebäck geröstet werden. Der Geschmack ist ausgezeichnet, ebenso der Geruch, der merkwürdigerweise an frischen Rahm erinnert. Um die getrocknete Masse leichter verdaulich zu machen, könnte man sie im Mörser mit dem Pistill tüchtig zerreiben, damit möglichst viel Zellen mechanisch zertrümmert werden und uns so das Öl für die Verdauung frei gemacht wird. Das Eiweiß in der Zelle dürfte im Darmkanal von selbst zur Lösung und durch die Zellwandung nach außen gelangen. Hat man die Pilzmasse noch völlig unverfettet vor sich, so kann man sie nach dem Waschen mit der

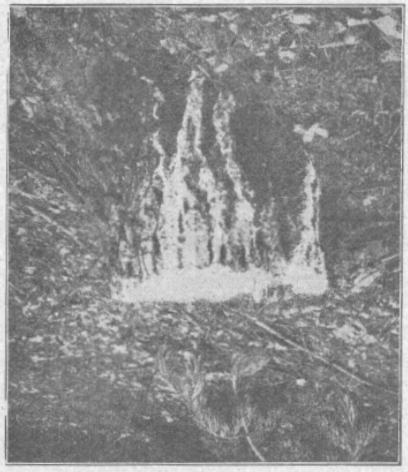


Abb. 5. Der Pilz,
welcher sich massenhaft auf dem klaren Baumsaft entwickelt und das milchähnliche Aussehen veranlaßt.

gleichen Wassermenge einige Tage bei etwa 40 bis 50° C stehen lassen oder mit etwas Salz versetzt sogleich einkochen zu einer Art Fleischbrühe, der sie im Geschmack durchaus ähnelt. Ist das Frühjahr feucht, dann kann man jedenfalls zu wiederholten Malen die Baumstümpfe abernten und die Pilzmasse einwecken. Die getrocknete Masse, namentlich wenn sie etwas fettreich ist, bekommt nach einiger Zeit wie die meisten Fettpräparate einen ranzigen Geruch und Geschmack infolge der Einwirkung des Sauerstoffs der Luft.

Wer in der Nähe eines Waldes wohnt, kann sich — jeder Stumpf dürfte mehrere Liter Pilzmasse liefern — einen ganz hübschen Vorrat von unserem Pilz einheimsen und die bisherigen Pilzbereitungsvorschriften durch eigenes Probieren um einige neue vermehren. Zu empfehlen ist auch, bei diesen Frühjahrspilzausflügen auf die Insektenwelt zu achten, die auf und von dem Milchfluß lebt. Die Baumflüsse sind meiner Vermutung nach die ersten Nahrungsquellen, gleichsam die Säuglingsnahrung der jungen Insektenwelt.

14. Der gärende Eichenschleimfluß.

Unaufhörlich bluten im Sommer manche Eichen; der Saft rinnt am Stamm herab, und wenn im Herbst die Blutstillung eintritt, bezeichnet eine schwarze Linie den Weg, den er genommen. Im Juni beginnt mit fast phänologischer Pünktlichkeit der Saft zu gären, er schäumt, ihn umlagern Fliegen und Käfer, Falter saugen das berauschende Getränk, Milben laufen am Rande der Rinne hin und her, und wenn die Sonne darauf scheint, flimmert er an schaumfreien Stellen; man beobachtet, daß unendliche Mengen winziger Würmer, sog. Älchen (Anguillula) in demselben umherwimmeln. Erbsengroße, kugelförmige Gebilde hängen dort einzeln, da in dichtgedrängten Scharen an der Rinde. Es sind die aufgeblähten toten Leiber von Schildlausweibchen (Coccus quercus), welche ihren Rüssel tief in die Rinde senkten, um zu saugen, und unter gewissen Umständen, nicht immer, diesen Saftfluß verursachen. (Karl Eckstein, Tierleben des deutschen Waldes. Verlag Strecker u. Schröder in Stuttgart, 1909.) Am häufigsten besorgen dies wohl die Larven des Weidenbohrers. Von größeren Tieren sind der Hirschkäfer und das Eichhörnchen Stammgäste an der Naturbierquelle.

Über die im Eichenschleimfluß vorkommenden Hefen und Pilze hat Ludwig Rose in einer Dissertationsschrift, die auch in der Wochenschrift für Brauerei 1910, Nr. 42 ff. veröffentlicht ist, ausführlicher berichtet.

Das Verhalten des Hirschkäfers an den gärenden Eichen schilderte Hofrat Liebe sehr drastisch: „Erst fangen sie an zu krakehlen, dann taumeln sie vom Baum herunter, versuchen in drolliger Weise bald auf dem einen, bald auf dem andern Bein zum Stehen zu kommen, wobei sie immer von neuem umpurzeln, zuletzt verschlafen sie ihren Rausch.“ Dalla Torre fand bei Innsbruck ganze Ketten bezechter Goldkäfer (Cetonia affinis). Prof. Lagerheim traf in Ecuador in dem Krater des Pulubahua an einer baumartigen Bromeliacee (Puya) einen bier-

ähnlich riechenden alkoholischen Schaum von zahlreichen Gästen besucht. Dr. Müller in Blumenau in Brasilien fand am Stamm von Cassia multijuga (Sennesblätterbaum) einen ähnlich gärenden Saft und daran berauschte Schmetterlinge und andere Insekten.

Über die in den Eichenflüssen von Greiz gefundenen Mikroben hat Ludwig Rose berichtet. Endomyces Magnusii Ludwig scheint die Gärung vorzugsweise einzuleiten.

Auch Professor Nadson in Petersburg hat sehr eingehende Studien über die Hefen der Eichengärung veröffentlicht. Saccharomycodes Ludwigii Hansen, Nadsonia fulvescens und Saccharomyces paradoxus Batschintkaja sind drei besonders interessante Formen darin. Vgl. W. f. Br. 1912, Nr. 23/24 u. 1922, Nr. 21. Von Bakterien ist der froschlaichähnliche voluminöse Leuconostoc Lagerheimii als Essigbakterie erkannt.

Insektenbesucher am ausfließenden Baumsaft bei Tage.

Nach einer Zusammenstellung des naturwissenschaftlichen Lehrmittelinstituts von Wilhelm Schlüter, Halle a. S.[1]).

1.	Vespa crabro	Hornisse.
2.	„ germanica ♂	deutsche Wespe.
3.	„ „ ♀	„ „
4.	Bombus terrestris ♂	Erdhummel.
5.	„ „ ♀	„
6.	„ lapidarius	Steinhummel.
7.	„ cognatus	Astmooshummel.
8.	Psithyrus campestris	Schmarotzerhummel.
9.	Calosoma sycophanta	großer Puppenräuber.
10.	Lucanus cervus	Hirschkäfer.
11.	Pyrameis atalanta	Admiral.
12.	Vanessa io	Tagpfauenauge.
13.	„ polychloros	großer Fuchs.
14.	„ „	in Schutzstellung.
15.	„ antiopa	Trauermantel.
16.	Chrysochlamis cuprea	Schwirrfliege.
17.	Musca vomitoria	Schmeißfliege.
18.	Lucilia caesar	Fleischfliege.

Insektenbesucher am ausfließenden Baumsaft bei Nacht.

1.	Vespa crabro	Hornisse.
2.	Carabus violaceus	blauer Laufkäfer.
3.	„ hortensis	Gartenlaufkäfer.
4.	Sphinx pinastri	Kiefernschwärmer.
5.	Acronycta rumicis	Ampfereule.
6.	Agrotis pronuba	Hausmutter.
7.	„ „ ab. innuba	Hausmutter.

[1]) Die hier angeführten Arten sind in 2 Schaukästen untergebracht und käuflich zu haben.

8.	Agrotis segetum	Wintersaateule.
9.	„ ypsilon	Y-Eule.
10.	Leucania pallens	Graseule.
11.	Mamestra pisi	Erbseneule.
12.	Catocala nupta ♂	rotes Ordensband.
13.	„ „ ♀	„ „
14.	„ sponsa	Eichkarmin.
15.	Forficula auricularia	Öhrling.

15. Honigtau und Honigtauregen.

Schon 1835 hat Hartig an einem blattlausfreien Rosenstock, der nicht aus dem Zimmer gekommen war, auf der Blattunterseite das Auftreten von Honigtröpfchen beobachtet. Später hat Bonnier 1896 Nadelholz-, Eichen- und Ahornblätter bei starkem Temperaturwechsel nektarähnliche Sekrete aus den Spaltöffnungen ausschwitzen sehen. Neger beobachtete ein gleiches bei Ahornblättern, die kleine Riß- und Schnittwunden hatten und der Wirkung verdünnter schwefliger Säure ausgesetzt waren. Sorauer macht starke Temperatursteigerung und gleichzeitig wirkende Lichtreize bei kräftig vegetierenden, nicht zu alten Blättern für das Auftreten von Honigtau verantwortlich. Neger findet das erklärlich nach kalten Nächten, denen ein trockener heißer Tag vorangegangen war, weil in der Nacht die Transpiration auf Null zurückgeht, die Wurzeln aber noch lebhaft Säfte in das Blatt treiben und dabei den Turgor der Zellen bedeutend erhöhen. Es kommen dabei noch die Umwandlungen von Assimilationsstärke in Zucker während der Nacht als den Turgor erhöhender Faktor hinzu.

Honigtau auf Gewächshauspflanzen erklärt sich aus dem starken Wurzeldruck und der geringen Transpirationsmöglichkeit der Blätter. Laubert beobachtete (Z. f. Bakt. II, 55, 1921) Honigtau auf der Unterseite der Blätter von Quitten, Johannisbeersträuchern und Birnbäumen bei Abwesenheit von Blattläusen. Eine interessante Beobachtung über ein gleichzeitiges Ausspritzen des Honigtaus durch Blattläuse machte Neger an einem heißen Julitage unter einem Spitzahornbaum. In Zwischenräumen von etwa 10 Minuten vernahm er ein trommelndes Geräusch, wie bei einem starken Regenfall. Dabei war ganz heiterer Himmel. Die Blattläuse haben also wie auf Verabredung oder wie auf Kommando ihre Spritztätigkeit aufgenommen, was bei der sonstigen Dummheit dieser Tiere immerhin verwunderlich ist.

16. Der Honigtau und seine Nutznießer.

Der von den Blatt- und Schildläusen ausgespritzte Zucker spielt eine erhebliche Rolle in der freien Natur als Ansiedlungsstelle für Mikroben aller Art. Von einem überzuckerten Lindenzweig, den Verf. nach einer längeren Trockenperiode abpflückte, konnte 42% der lufttrocknen Blattmasse als Zucker festgestellt werden. Das ist also ein so hoher Prozentsatz, daß man zu einem Abspritzen des Zuckers von den Baum-

reihen einer langen Allee sehr wohl raten könnte. In Hopfenplantagen, die kurz vor der Ernte von Blattläusen stark befallen, könnte man nach der Pflücke die Blätter noch bequemer abspülen. Kommt ein Regen, dann besorgt der das, aber der Zucker steckt dann im Erdboden und wird da vergoren oder sonst von den Mikroben aufgezehrt.

Hesiod erwähnt schon den Honigtau. Plinius gibt an, daß man in der ersten Morgenfrühe des Hochsommers die Blätter der Bäume vom Honigtau naß finde, und daß dann im Freien verweilenden Leuten die Kleider beschmiert und die Haare zusammengeklebt würden. Er wird von ihm als ein Auswurf der Gestirne oder ein Saft der sich reinigenden Luft oder als eine Ausschwitzung des Firmaments angesehen. Nach Galenus ist er mit den Dünsten aus dem Boden emporgestiegen und dann wieder herabgefallen. Plinius und Galenus erblicken in ihm ein wohltätiges Geschenk des Himmels. Nach Bauhinus und Cherlerus ist er durch die Sonnenstrahlen aus der Pflanze herausgezogen (1650). Laurenbergus (1654) spricht von einem Regen bei heiterem Himmel, der durch die Sonnenstrahlen in eine schädliche Substanz umgewandelt wird. Réaumur fiel das Zusammenvorkommen von Blattläusen und Honigtau auf, und er deutet ihn als Exkrement jener (1742). Leche bestätigt diese Auffassung und beschreibt auch das Verhalten der Ameisen den Honigtau ausspritzenden Blattläusen gegenüber, wie sie den klaren aus dem Hinterteil austretenden Tropfen aufnehmen und die Laus auf den Rücken klopfen, um sie zu weiteren süßen Spenden zu veranlassen. „Ich bemerkte, daß der schläfrige Chermes (eine lichtgraue Blattlaus auf den Stämmen des Apfelbaumes und der Johannisbeere) da, gleichsam wie erwecket, etwas zum Gebrauch der durstigen Ameisen von sich gab." (Aus C. Lamprecht: „Der Hopfen", 1874. Dissertationsschrift, Breslau.)

Die näheren Beziehungen zwischen Blattläusen und Honigtau hat Büsgen 1894 in dem Buch „Der Honigtau" geschildert. Neger hat uns die auf Honigtau auf der Oberfläche von Blättern und Zweigen lebenden Pilze gekennzeichnet, die man als Rußtau bezeichnet. Pilze, welche durch Haustorien oder Mycelfäden in die lebenden oder im Absterben begriffenen Blattzellen eindringen, wie die Meliola- und Asterina-Arten oder die die sog. „Schwärze" erzeugenden Arten, gehören nicht dazu. Die Rußtaupilze stellen nur eine ernährungsphysiologische, nicht eine systematische Gruppe dar; ihre kräftigste Entwicklung finden sie da, wo Honigtau und feuchte Luft zu Gebote stehen. So überzieht im südchilenischen regenreichen Waldgebiet und auf Neuguinea Antennaria scoriadea gewisse Bäume mit einem schwarzen Schleier, ebenso macht dies Limacinia fernandeziana auf den Myrtenbäumen der Robinsoninsel Juan Fernandez und Antennaria ericophila Link auf Erica arborea in der Umgebung von Gibraltar. In der trockenen und warmen Region der Korkeiche von 200 bis 400 m über dem Meer bildet der letztere Pilz nur spärliche Ansätze, diese jedoch mit viel Perithezien; über 800 m dagegen setzen an dickeren Ästen gewaltige, bis hühnereigroße schwarze kugelige Polster aus stark verfilzten torula-

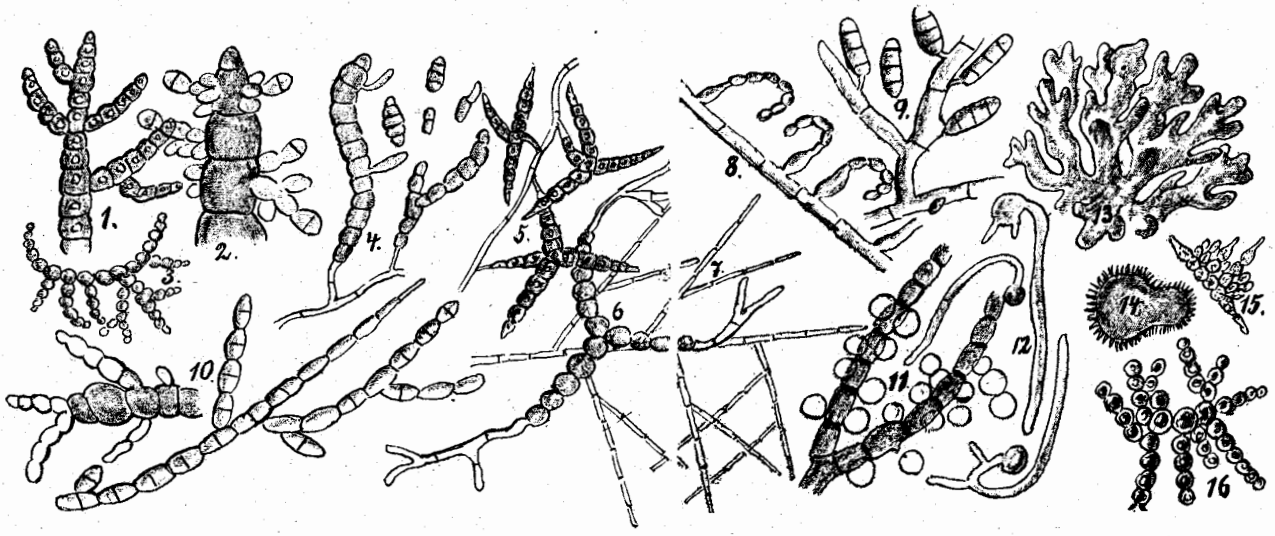


Abb. 6. 1.—3. Hormiscium pinophilum, 4. Gyroceras fumagineum, 5.—8. Triposporium pinophilum, 9. Helminthosporium, 10. Torula, 11.—12. Botryotrichum, 13.—16. Atichia glomerulosa.

ähnlichen dicken Mycelfäden an, auf deren Oberfläche die schneckenfühlerähnlichen Konidienträger in dichtem Rasen stehen. Bei Nebel oder Regen saugen sich diese Polster voll Wasser, das sie lange festhalten. In unseren Gegenden fand Neger nur erbsen- bis haselnußgroße Polster des Hormiscium pinophilum auf Tannenjungwüchsen der Weißtanne im Fichtelgebirge. An Eichen-, Linden- und Ahornbäumen der Insel Rügen ist der Rußtau üppig entwickelt, aber im Binnenland kommt er nur in trocknen Sommern an sehr trocknen und staubigen Alleebäumen reichlich vor.

Die Rußtaupilze bilden zumeist kräftige Schleimhüllen oder ihre Zellen, wie bei Atichia, sind selbst stark quellungsfähig. Der Schleim quillt fast augenblicklich bei Zutritt von Wasser auf, gibt es aber nur langsam wieder ab, wie manche Meertange, die an den Strand geworfen sind.

Die Zusammensetzung des Rußtaus kann stark wechseln. In unseren Gewächshäusern ist Fumago vagans fast ausschließlich anzutreffen. Auf Tannensprossen stellte Neger folgende Arten fest:

1. Hormiscium pinophilum (vorherrschend); 2. ein mycelloses Coniothecium; 3. mehrere kurzgliedrige Mycelien von Torula- (bzw. Gyroceras-) Arten; 4. Triposporium mit sternförmigen Konidien und Chalera -ähnlicher zweiter Konidienbildung; 5. Dematium pullulans; 6. Botryosporium mit kugeligen dickwandigen Konidien und riesigen Schleimhüllen; 7. Helminthosporiumart; 8. Atichia glomerulosa. Außerdem kommt eine größere Anzahl nicht untersuchter Pilze, Hefen und Bakterien in Betracht.

17. Tierischer Honigtau.

Auch Tiere schwitzen wie die Blätter manchmal ein jedenfalls zuckerhaltiges Sekret aus, so eine Reihe von Käfern und Käferlarven, ja sogar Raupen von Schmetterlingsarten, um von den Ameisen aufgesucht, ja oft auch gepflegt und gefüttert zu werden. So wird die Raupe unseres gemeinen Bläulings Lycaena arbus L. von Jugend auf beständig von grauen Ameisen besucht. Auf dem drittletzten Körperabschnitt besitzt die Bläulingsraupe eine etwa einen halben Millimeter lange Spalte, aus der sie bei Berührung einen dickflüssigen, fadenziehenden Saft absondert, den die Ameisen gierig auflecken; dafür beschützen sie diese aber vor Schlupfwespen und Raubfliegen. Die Raupen kriechen sogar in das Innere des Ameisenbaues und verpuppen sich ungestört an dessen Decke. Bei der eben verwandelten Puppe halten ferner die Ameisen zwei bis drei Tage lang Wache, und beim Ausschlüpfen des Schmetterlings zeigen sie sich mit Eifer behilflich, indem sie die Puppenhülle aufreißen. Manche Schmetterlinge legen ihre Eier nur auf solche Sträucher, an deren Fuß sich ein Ameisennest befindet. Es gibt auch Raupen von kleinen Schmetterlingen, Motten, die den Ameisen nicht direkt Honig liefern, sondern indirekt dadurch, daß sie gewissen Pflanzen Wunden beibringen, deren Saft dann

die Ameisen auflecken. Von einem anderen kleinen Schmetterling aus Südamerika wird berichtet, daß er seine vollständige Entwicklung in den aus Holz gefertigten Nestern einer Baumameise durchmacht. Die Raupen nähren sich fast ausschließlich von der Kartonmasse des Nestes, ähnlich wie die Wachsmotte bei der Honigbiene von dem Wachs. Die Raupen fertigen sich ein muschelförmiges dreischaliges Gehäuse an, das nur ein Loch zum Herausstecken des Kopfes hat. Der junge ausschlüpfende Schmetterling ist mit langen, goldglänzenden Haaren versehen, die bei der leisesten Berührung abgehen. Würde eine Ameise sie angreifen, so würde sie nur die Haare erwischen. (Aus der „Natur", 1914, Heft 3.)

Bei dem häufigen Aufsuchen von zuckerabsondernden Tieren durch die Ameisen ist es nicht verwunderlich, daß auch die Ameisen Hefenträger sein müssen.

Edw. Jacobson beobachtete auf Java ein ähnliches Verhältnis zwischen den Weberameisen und den Raupen eines Bläulings Hypolycaena erylus God. Die ostindischen Weberameisen (Oecophylla smaragdina) haben ihren Namen davon, daß sie zum Bau ihrer Nester grüne Blätter zusammenspinnen. Als Weberschiffchen benutzen sie dabei ihre eigenen Jungen, die den Eiern entschlüpften Larven, die sich durch den Besitz außerordentlich großer Spinndrüsen auszeichnen. Prof. Doflein hat vor einigen Jahren nach eigenen, auf Ceylon gemachten Beobachtungen geschildert, wie die Ameisen einen Riß in ihrem Neste zusammenflickten. Einige von ihnen stellten sich in einer Linie neben dem Spalte auf und zogen dessen Ränder zusammen, indem sie sich auf der einen Seite mit den Beinen feststemmten und den gegenüberliegenden Rand mit den Oberkiefern erfaßten. Dann kamen andere Arbeiter herbei, die Larven zwischen den Oberkiefern trugen. Sie führten die Larven rasch wie Weberschiffchen von einem Rand des Risses zum anderen hin und her, wobei sie auf jeder Seite durch Aufdrücken des Larvenkopfes den ausgeschiedenen Spinnfaden befestigten. Mit diesen Bewegungen fuhren sie so lange fort, bis ein seidenartiges Gewebe entstanden war, das die Ränder zusammenhielt. Bei gewissen amerikanischen Ameisen hat man die gleiche Gewohnheit beobachtet.

Bemerkenswert ist, daß es Jacobson nicht glückte, die Raupen ohne Ameisen aufzuziehen. Diese scheinen demnach unentbehrliche Begleiter des Schmetterlings zu sein. Vgl. Hugo Viehmeyer, Bilder aus dem Ameisenleben.

Das gleiche Nützlichkeitsprinzip verfolgen die berechnenden Ameisen auch bei den gelbbraunen, fein behaarten, gegen zwei Millimeter langen Keulenkäfern (Claviger testaceus). Wahrscheinlich entwickeln letztere in den am äußersten Hinterwinkel der Flügeldecken emporstehenden gelben Haarbüscheln und in der Grube der Vorderfläche des Rückens ein flüchtiges aromatisches Öl, welches die Ameisen mit ihren Mundteilen begierig aufsaugen. Aus Dankbarkeit lassen jene es wieder an Liebkosungen mit den Fühlern nicht fehlen. Sie füttern die Käfer sogar mit ihrer eigenen Nahrung aus dem Munde, ähnlich wie es die Tauben

mit ihren Jungen tun. Die gleichen Dienste verrichtet übrigens auch der langhörnige Keulenkäfer (Claviger longicornis).

Wirkliche Gastfreundschaft üben dagegen die Ameisen an den Larven verschiedener Käfer, indem sie letzteren während der kalten Jahreszeit öfter Freiquartiere einräumen. Die Puppen des glänzenden, goldgrünen bis kupferroten Goldkäfers (Cetonia aurata), des schwarzen, sieben Millimeter langen Stutzkäfers (Hister quadrinotatus), des an Beinen und Flügeldecken roten Raubkäfers (Staphylinus erythropterus) und des Fallkäfers (Clythra quadrisignata) machen in den Haufen wenigstens einen Grad ihrer Verwandlung durch und werden in dieser Zeit von ihren Wirten geschützt, ohne dafür irgendwelchen erkennbaren Gegendienst leisten zu können.

Hier möge nochmals der Ameisenpilzgärten Erwähnung getan werden. Namentlich die Blattschneiderameisen entblättern ganze Bäume und tragen die Blattstücke in ihre unterirdischen Nester, wo sie dieselben zerkauen und zu Kugeln formen. Auf diesen Kugeln wachsen nun bestimmte Pilze, die kohlrabiähnliche Anschwellungen an der Oberfläche bilden. Diese bilden die bevorzugte Nahrung der Ameisen, die sie abknabbern, aber vordem auch sorglich vor Verunreinigungen durch andere Pilzspezies hüten. Treten solche auf, so werden diese ausgejätet.

Die Arbeiter der Honigameise (Myrmecocystus hortus deorum) in Mexiko sammeln des Nachts aus den Honiggallen der Zwergeiche Honig und schwellen dabei so an, daß sie wie eine Erbse dick werden. Die angefüllten Ameisen hängen dann fast unbeweglich an der Decke der Vorratskammer und werden als lebende Vorratstöpfe behandelt, aus welchen eine andere Klasse von Arbeitern, Männchen und Weibchen nach Bedarf Honig entnimmt. Die honigspeichernden Arbeiter heißen „Ammen". Der Honig ist wohlschmeckend und wird von den Indianern gegessen oder zu einem Heiltrank oder Likör verarbeitet. Die in Westindien lebende Zuckerameise, die ganze Zuckerplantagen (Formica saccharivora) vernichtet, wird von den Eingeborenen eingefangen, zu einem Teig geknetet und in Beuteln aufgehängt, um später gegessen zu werden. Auch in Paraguay und anderen Ländern werden Ameisen gegessen. Ganz raffiniert geht die ackerbautreibende Ameise in Texas vor (Myrmica molificans). Sie schützt ihren Bau durch einen 50 cm hohen Ringwall, in dessen Umgebung bis auf 1 m sie keine andere Pflanze aufkommen läßt als ein Gras (Aristida oligantha), das sie sorgfältig pflegt und aberntet und in ihren Nestern wegpackt, nachdem sie die Spelzen von den Körnern entfernt. Dringt Regen bis zu dieser Stelle, dann werden an sonnigen Tagen die feuchten Körner an der Sonne getrocknet.

18. Ambrosiapilze als Nährstoff für Borkenkäfer und Gallenbewohner.

1836 entdeckte Schmidberger in den Fraßgängen der Holzborkenkäfer eine krümelige Substanz, die den Käfern zur Nahrung dient und die er Ambrosia nannte. Die Pilznatur dieser Masse blieb

ihm noch unbekannt. Neger hat 1908 den Namen Ambrosiapilze geprägt und ihn auf jene Pilzgruppen, die in symbiontischer Beziehung zu Holz- und Gallenbewohnenden Tieren stehen, ausgedehnt (Berichte d. deutsch. Bot. Gesellsch. 1908, S. 737). Die Ambrosiapilze tapezieren die Innenwände der Bohrgänge und Gallen mit einem weichen Polster aus und holen die Nährstoffe aus den umliegenden Geweben, die für das Tier nicht verdaulich genug sein würden und daher unangetastet bleiben.

Einige von Neger genauer studierte Einzelfälle dieser gegenseitigen Anpassungen mögen hier (Abb. 7) zur Erläuterung dienen. Abb. 1 ist eine normale Frucht von Scrophularia canina in zweifacher Vergrößerung. Abb. 2 zeigt dieselbe Frucht mit einer Galle, auf deren Außenseite der Pilz Macrophoma von innen heraus bereits seine schwarzen punktförmigen Pykniden gebildet hat. Abb. 3 ist die Frucht von Sarothamnus scoparius mit Galle und Macrophomapykniden in natürlicher Größe. Abb. 4 ist eine durch Asphondylia Emeri auf Coronilla Emerus erzeugte Galle. Abb. 5 eine solche nach dem Ausschlüpfen der Gallmücke und nach der Bildung von Pykniden. Abb. 6 ist ein Querschnitt durch die Galle von Asphondylia Emeri auf Coronilla Emerus mit dem die Innenwand auskleidenden schwarzen Pilzbelag. Abb. 6a zeigt denselben vergrößert mit palisadenähnlichen Hyphen, die als Saugschicht dienen. Abb. 7 zeigt die Anlage von Pykniden im Querschnitt. Abb. 8 ist ein auf sterilisierten Hülsen von Sarothamnus scoparius gezogenes Mycel mit kugeligen Zellreihen, wie sie in der Galle vorkommen. Abb. 9 sind Ambrosiapilze in der Fruchtgalle von Asphondylia Mayeri, deren Saugfäden zwischen den Parenchymzellen der Gallenwand wuchern. Abb. 10 ist Ambrosia des Xyloterus dispar. etwa 300fach.

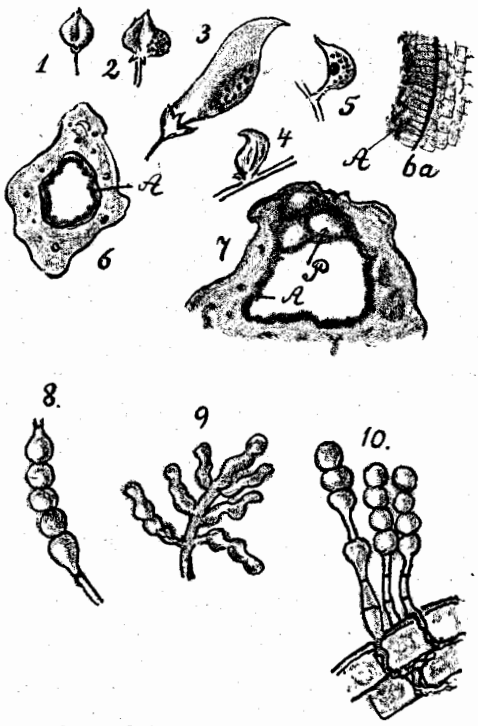


Abb. 7. Gallen und Ambrosiapilze (nach Neger). Erläuterung im Text.

Nach der Ansicht von Neger wird der Ambrosiapilz wahrscheinlich vom Muttertier dem Ei bei der Eiablage beigegeben und findet im Innern der Galle günstige Wachstumsbedingungen. Das „Wie" dieses Vorgangs ist noch in vollkommenes Dunkel gehüllt.

Die Ambrosiapilze der Holzbohrkäfers Xyloterus lineatus und X. dispar konnten noch nicht näher bestimmt werden, ihnen kommt jedoch die Eigenschaft zu, auf künstlichen Nährböden Fruchtester zu bilden, ebenso wie dem Endomyces Hylecoeti Neger, der einem anderen Holzbohrkäfer, dem Hylecoetus dermestoides sich vergesellschaftet hat. Die Kulturen dieses Pilzes zeichnen sich durch starken Geruch nach gekochten Äpfeln aus. Häufig fanden sich Ceratostomella-Arten in den Kulturen der Ambrosiapilze ein, sie gehören aber nicht zu diesen, ebensowenig die in den Fraßgängen auftretenden Hefen und Bakterien. Meist werden die Fraßgänge und Larvenwiegen im Splintholz angelegt, wo die Pilze auskömmlichere Nahrung finden als im Kernholz. Den Larven der Holzborkenkäfer wächst diese dann gewissermaßen in den Mund. In den Ameisenpilzgärten übernehmen meist junge „Arbeiterinnen" die Aufgabe, das Unkraut in dem Kohlrabibeet auszujäten. Als Unkrautpilze in den Termitenpilzgärten sind eine Xylaria-Art und Neoskofitzia termitum häufiger beobachtet worden.

Die meisten Gallmücken der Gattung Asphondylia nähren sich vorwiegend oder ausschließlich von einem Pilz, welcher die Innenwand der Gallenhöhlung auskleidet und Reihen kugeliger Zellen darstellt, welche sehr an die Ambrosia der Holz bewohnenden Borkenkäfer erinnern; das Mycel dringt zwischen die Zellen und bildet auch eine der Innenwand der Galle angepreßte pseudoparenchymatische Saugschicht. Es sind Macrophomaarten, die erst noch dem Ausschlüpfen des Gallentieres an der Gallenoberfläche Pyknidenfrüchte und in diesen Konidien bilden. Diese Macrophomaarten scheinen nur im Zusammenhang mit den Ambrosiagallen aufzutreten und werden wahrscheinlich vom Muttertier dem Ei bei der Eiablage beigegeben. Mit den auf den betreffenden Wirtpflanzen sonst vorkommenden Phomaarten sind sie nicht identisch (Neger, Ber. deutsch. bot. Ges. Bd. XXVIa, 1908). Entwickelt sich der Pilz nur spärlich in der Galle, dann bleibt die Larve in der Entwicklung zurück; entwickelt er sich aber zu stark, dann kommt auch vor, daß sie erstickt. Diese Fälle bilden aber nur Ausnahmen.

So lange das Tier wächst, ist der Pilzbelag weiß und besteht aus rosenkranzförmigen Zellreihen, ähnlich den Ambrosiapilzen der holzbrütenden Borkenkäfer, z. B. Xyloterus dispar; erst am Ende des Larvenstadiums wachsen diese Zellreihen zu meist dunkelgefärbten Mycelfäden aus. Merkwürdigerweise wachsen die Glieder der Zellreihen in Nährlösung nicht aus, trotzdem sie plasmareich sind, sondern gehen unter Braunfärbung zugrunde.

Mycel aus Gallen von Sarothamnus scoparius (Asphondylia Mayeri) lieferte auf sterilisierten Hülsen der Pflanze ähnliche kugelige Zellreihen wie in der Galle und ein graugrünes, später fast schwarzes Luftmycel und sterile Pykniden. Asphondylia tubicola erzeugt in den gleichen Pflanzen Gallen, deren Pilz etwas verschieden ist von dem der Asph. Mayeri Gallen. Asphondylia verbasci erzeugt auf Blütenknospen von Verbascum nigrum und V. thapsus Gallen mit Pilzen, die etwas in der Sporengröße voneinander abweichen.

Asphondylia verbasci ist jedenfalls identisch mit A. scrophulariae. Die Gallenpilze sind in beiden Pflanzen dieselben (nämlich Macrophoma, Sporen 15 bis 25 μ, an beiden Enden zugespitzt).

19. Die Verarbeitung zuckerhaltiger Säfte zu Rum und Arrak.

Wenn man dem Punsch nicht nur als Genießer, sondern auch als Wißbegieriger zuspricht, dann kann es wohl sein, daß in der Tafelrunde auf die Frage, wie er eigentlich entstanden, ein großes Schweigen Platz greift. Unsere Leser wollen wir aber für diesen Fall etwas vorbereiten. Ihrer Phantasie soll es überlassen bleiben, in schillernden Farben ein Stück Tropenlandschaft zu schildern mit Palmenwäldern, in denen Inder oder Malayen emsig beschäftigt sind, an den schlanken Stämmen der Kokos- oder Dattelpalmen hochzuklettern und in den Kronen derselben die Blütenrispen zu beschneiden und an ihnen kleine flaschen- oder krugförmige Gefäße, vielleicht auch ausgehöhlte Gurken oder Kürbisse oder Melonen zu befestigen, in denen sich der ausfließende zuckerreiche Palmensaft sammeln soll. Bis die Töpfchen gefüllt sind haben zahlreiche Falter, Bienen, Wespen u. dgl. Gelegenheit gehabt, von dem Saft zu naschen und gleichzeitig zahlreiche Gärungserreger, die sie auf ihrem Rüssel immer mit sich herumtragen, darin abzuspülen. Wenn die kleinen Gefäße entleert werden, ist ihr Inhalt schon oft in Gärung gekommen, da ja bei der erhöhten Temperatur das Wachstum der Hefen überaus schnell vor sich geht. Von einem größeren Sammelgefäß kommt nach beendeter Gärung in demselben die Masse zur Verteilung auf Destilliergefäße, die im einfachsten Fall Tonkrüge darstellen, in deren engem Hals gekrümmte Bambusstauden befestigt werden unter Zuhilfenahme von Ton oder anderem Dichtungsmaterial. Wenn durch untergelegtes Holzfeuer der Inhalt zum Sieden kommt, verflüchtigt sich der Alkohol zuerst und tropft am abwärtsgerichteten Ende des Bambusrohrs heraus. Ehe die Herstellung von Tongefäßen erfunden, hat man das Sieden vielleicht schon in dünnschaligen Gurken- oder Kürbisfrüchten oder in Tierbälgen versucht. Von den Köhlern im schottischen Hochland weiß man, daß sie die aus geräuchertem Gerstenmalz hergestellten Maischen in Kuhhäuten vergären und dann darin auch abdestillieren unter Benützung von gekrümmten Kupferrohren, an denen die Haut dicht verschnürt wurde. Was hier als Whisky heraustropft, ist bei dem Palmensaft der Arrak. Falls das Destillat noch nicht scharf genug oder von dem zuerst übergegangenen Lutter zu rauh und kratzend, destilliert man das Destillat noch einmal ab. In China und auf Java geht man zur Arrakherstellung vom Reis aus, den man zuerst kocht oder dämpft und dann unter Zusatz von Zuckerrohrmelasse oder Zuckerrohrsaft und chinesischer Hefe zu einem Teig verarbeitet, aus dem man kleine runde Brötchen mit einem Loch in der Mitte ausstanzt. Die letzteren werden noch feucht mit Reishülsen zugedeckt einige Tage stehen gelassen, bis die Schimmelpilze der chinesischen Hefen sie völlig durchsetzt haben. Mit solchen, später an Bindfaden an der Luft getrockneten

Brötchen werden dann größere Teigmassen in Bottichen zur Verzuckerung und Gärung vermischt. Wenn die Masse flüssig geworden und vergoren, wird sie destilliert und das Destillat noch rektifiziert.

Wir haben uns hier mit dem Arrak beschäftigt, weil das älteste Rezept für Punsch, den die Engländer am Ende des 17. Jahrhunderts in Europa einführten, ausdrücklich den Arrak als eines seiner fünf Elemente — im Sanskrit heißt fünf pantscha — neben Wasser, Tee, Wein, Zitronensaft anführt. Der beliebte schwedische Punsch, der stark gesüßt und kalt getrunken wird, enthält Arrak in feinster Qualität. Daß der Arrak gelegentlich auch mit Alkohol anderer Herkunft gestreckt wird, ist selbstverständlich. In Vorderindien, das seinen Alkoholbedarf durch Vergärung der Blütenknospen des Butterbaums, Bassia latifolia, die getrocknet wie große Rosinen aussehen und schmecken, deckt, dürfte der rektifizierte Alkohol aus dieser Gärung zum Strecken herhalten müssen. An anderen Orten wieder der aus Datteln und Feigen, Zuckerrohr oder Zuckerrüben hergestellte, ferner der aus Mais und Kartoffeln. In Frankreich und Belgien vergärt man Maismaischen mit Schimmelpilzen und Hefen, die aus der chinesischen Hefe isoliert worden sind.

Da der Rum heut zu größerer Verbreitung gelangt ist und die Herstellung des deutschen Rums aus Zuckerrüben durch Fritz Hünlich gelungen, liegt uns der Rum eigentlich näher als der Arrak.

Das Erzeugungsgebiet für Rum liegt auf den Antillen, die durch die Kultur des Zuckerrohrs besondere Bedeutung gewonnen haben.

Nachdem das Zuckerrohr durch Walzen gepreßt, und so der Saft von dem Rückstand, der „Bagasse", getrennt, wird ersterer eingedickt bis zu solcher Konzentration, daß der Zucker auskristallisiert. Was nicht auskristallisiert, wird von den Kristallen gesondert und als Melasse zur Vergärung oder Verfütterung gebracht. Aus der vergorenen Melasse wird durch Destillation der Rum gewonnen, dessen Aroma bedingt wird durch flüchtige Stoffe, welche aus den Trubbestandteilen der Melasse bei der Gärung erzeugt werden. Nachdem jahrelang in Westindien die Einzelheiten der Rumfabrikation studiert worden, hat Hünlich das Verfahren dann für die Verarbeitung der Zuckerrübensäfte zurechtgestutzt unter Zuhilfenahme besonderer Südweinhefen und gewisser Bakterienarten, welche aus den Trubanteilen, dem sog. „Dunder", das spezifische Rumaroma erzeugen. Bemerkenswert ist noch, daß selbst im eingedickten Zucker, sei es vom Zuckerrohr oder Zuckerrüben, unter dem Einfluß von Feuchtigkeit Gärungserreger sich ansiedeln.

Albert Schöne berichtet in „Die deutsche Zuckerindustrie 1908", 30, S. 638, von eigenartigen Gärungserscheinungen in Fruchtzuckern. Nach Cousins soll Jamaikazucker zur Herstellung von Obst und anderen Konserven absolut unbrauchbar sein; selbst die besten Sorten enthalten Unmengen von Torulahefen, die in stark konzentrierten Lösungen noch ein großes Gärvermögen aufweisen. Schöne untersuchte zwei Farinzucker aus deutschen Raffinerien, von denen der eine in Deutschland gelagert wurde und unbeschädigt blieb, während der andere nach Ostasien verschifft wurde und dort in Zersetzung begriffen ankam.

In letzterem fand er 90% Zucker, 3,8% Wasser, 3,82% Invertzucker; im unbeschädigten entsprechend 98—0,8—0%. Der beschädigte Farin roch deutlich hefeartig und säuerlich. In einem anderen beschädigten Farin trat ein angenehmer esterartiger Geruch auf; 1 g davon enthielt über 1 Million Keime.

In Zuckerkouleur wimmelt es oft von Torulahefen, und kann daher beim Nachfärben des Bieres eine starke Infektion durch dieselben stattfinden.

Der Mahuaschnaps wird, wie oben erwähnt, aus den Blütenknospen des Butterbaumes hergestellt. Man läßt diese auf großen aus Palmblättern hergestellten Matten in der Sonne trocknen, bringt sie dann in größere tönerne Gefäße und gießt Wasser zu. Die Gärung dauert 8 bis 14 Tage, hierauf schreitet man zur Destillation in ganz primitiven Gefäßen und bedient sich der Wasserkühlung beim Auffangen des Alkohols.

20. Agavenwein „Pulque", das Nationalgetränk der Mexikaner.

Wenn man von der mexikanischen Hafenstadt Veracruz mit der Bahn nach der 2550 m hoch gelegenen Hauptstadt Mexiko fährt — eine der wildromantischsten und kunstvollsten Bahnlinien —, hört allmählich der tropische Charakter der Landschaft auf und es breiten sich unabsehbare Felder aus, die mit der 3 bis 4 m hohen Kakteenart Agave americana, auch „100jährige Aloë" genannt, bestanden sind. Das „Herz" der Pflanze, die Stammspitze, wird, bevor der Blütenschaft hervorwächst, ausgeschnitten und das in diesen Gruben sich sammelnde agua de miel in regelmäßigen Zeiträumen mit langen blasrohrähnlichen Gurken oder besonders konstruierten Aufsaugflaschen entleert in die Ziegenfellbälge, die die Landleute auf ihrem Rücken befestigt haben. Im Verlauf mehrerer Monate kann so eine Pflanze bis 100 kg süßen Saft liefern, der nach der Vergärung als Pulque im Handel erscheint. In wenigen Tagen ist diese vollendet und die Flüssigkeit weißlich grau geworden und ähnelt im Geschmack einem milchstichig und stockig gewordenen Most. Wenn man gerade Durst hat, wirkt die Pulque ganz erfrischend, aber wehe dem, der sich damit bekneipt: der Rausch ist schauerlich und der Katzenjammer geradezu fürchterlich. In der Hauptstadt Mexiko City werden jährlich etwa 2 Millionen Hektoliter Pulque verbraucht. (Nach Cluss, Z. f. ges. Brauwesen 1911, Nr. 3.)

21. Die Gärung in Frucht- und Beerensäften.

Je saftiger und zuckerreicher eine Frucht, desto leichter siedeln sich auf den Wundstellen Mikroben an. Eine durchschnittene Ananas überzieht sich in kurzer Zeit mit einer weißen Hefendecke (meist fruchtätherbildende Williaarten).

Apfelsinensaft geht natürlich auch schnell in Gärung über. In Brasilien ist die Apfelsinenweinbereitung ziemlich allgemein.

Bei uns sind Johannis- und Stachelbeer- sowie Blaubeerweine beliebt; mancher kleine Gartenbesitzer lernt bei ihrer Herstellung zum erstenmal etwas von Hefe und Gärung kennen.

22. Zider- oder Apfelweinflora. Weingärung.

Im Obstgarten machen sich auf den Äpfeln schon parasitische Pilze geltend, so der Apfelschorfpilz Venturia inaequalis und die Braunfäulepilze Monilia fructigena und cinerea.

Fallobst nimmt noch vom Boden Mikroben auf, die bis zum Eintreffen der Ware in der Fabrik und beim Lagern in größeren Haufen sich geltend machen können, zumal wenn Regen dazu kommt, und mechanische Verletzungen, die Pilzen und namentlich Essigbakterien eine bequeme Ansiedlung gestatten, namentlich wenn der Haufen sich bei längerem Liegen erhitzt hat. Unter so ungünstigen Verhältnissen wird manche Apfelmaische dann schlecht und auch der daraus hervorgehende Zider minderwertig im Geschmack und Geruch, essigstichig und multrig, letzteres namentlich durch Penicillium, Mucor und Moniliaarten, von denen eine jede bestimmte Schädigungen im Gefolge hat. Durch Verbreitung ihrer Sporen im Betrieb siedeln sie sich dort an und kommt schließlich ein Sammelsurium von Krankheitskeimen zur Entwicklung, namentlich bei langsam einsetzender Gärung. Ist Kohlensäure genügend gebildet, dann treten die Pilze zurück und weichen den bei weitem gefährlicheren Bakterien, unter denen die Essigbakterien zu gelegener Zeit ähnlich wie bei Beginn wieder aufleben können. Man fragt sich, weshalb man nicht schon lange auf Reinhefeanwendung zurückgegriffen hat. Hier liegen die Schwierigkeiten darin, daß die wilden dem Saft schon beigemischten Hefen nicht so leicht unterdrückt werden können, zumal gerade die letzteren gegen Stickstoffmangel besser gefeit sind, als die guten Hefen, und weiter darin, daß jeder Most eine abweichende Zusammensetzung aufweist, auf die jede Reinhefe besonders einzustellen wäre.

In Long Ashton hat man eine Sterilisation des Mostes versucht, doch ist auch hier die Sachlage nicht so einfach, da mehr oder weniger säurehaltige Äpfel ihr Aroma in der Hitze mehr oder weniger einbüßen und der Kochgeschmack bei Überschreitung der Temperatur von 60 bis 71° C auftritt und im Zider verbleibt. Die Differenz im spezifischen Gewicht der Moste, 17 Tage nach Beginn der Gärung, lag zwischen 1,018 und 1,042 und ist auf den verschiedenen Stickstoffhunger der Hefen mit zurückzuführen.

Eine andere Methode war: Zugabe von Formaldehyd zum Most. Der Formaldehyd verbindet sich mit gewissen Substanzen desselben zu unlöslichen Verbindungen und schaltet sich so von selbst aus, nachdem er seine antiseptische Wirkung ausgeübt hat, ohne Aroma und Geschmack des Produkts zu schädigen. Vor 20 Jahren hatte Jacquemin in ähnlicher Weise mit an schweflige Säure gewöhnten Hefen vorzugehen versucht. Die Schwäche der Methode lag in dem Verbleiben der schwefligen Säure in dem Produkt und in der Unzulänglichkeit derselben gegenüber gewissen Bakterien. Die Angärung war zwar genügend rein, aber nachher machten sich letztere doch geltend. Auch in Long Ashton sind Versuche mit schwefliger Säure gemacht worden mit ver-

schiedenem Erfolg. Je mehr davon dem Most zugegeben wurde, desto länger dauerte es, bis die Gärung einsetzte; aber diese Ruheperiode war überall da kürzer, wo der unbehandelte Saft lebhafter angor. Der Charakter der wieder auflebenden Gärung war aber der gleiche, wie bei dem unbehandelten Saft, so daß also die schweflige Säure nur eine Ruhepause zustande gebracht hat. Mit Ozon und ultraviolettem Licht ausgeführte Versuche haben noch kein abschließendes Urteil ergeben.

Die Gärung selbst verläuft in drei Phasen; die erste ist durch den Saccharomyces apiculatus gekennzeichnet, die zweite durch den S. ellipsoideus, und die dritte durch die Essigsäurebakterien.

In der ersten laufen noch andere wilde Hefen unter, auch Torula, Mycoderma-, Pastorianus-, Ellipsoideus- und S. cerevisiae-Typen, von denen die letzteren schließlich als Sieger in dem Wettkampf hervorgehen, während die andern allmählich absterben oder unterdrückt werden.

Die Gärung geht nun zu Ende, wenn der Zucker verschwunden — man erhält nun als Produkt den „trocknen Zider" — oder wenn die stickstoffhaltige Substanz aufgezehrt ist — dann kann das Produkt noch mehr oder weniger süß sein. In letzterem hat aber die Hefe die Herrschaft verloren und Bakterien treten das Erbe an, in erster Linie die Essigsäurebakterien.

Für den Verlauf der zweiten „ellipsoideus-Phase" ist in erster Linie die Qualität der Apfelsorte bzw. von dessen Saft maßgebend, nicht so sehr die Mikrobenflora, die mit ihm eingeschleppt ist, oder die Verwendung von Reinhefe. Solange nicht für eine kräftige Gärung alle Bedingungen vorhanden sind, spielt letztere eine untergeordnete Rolle oder darf man nicht zu große Hoffnungen auf sie setzen, zumal ja Apiculatus-Hefen und die Essigbakterien bei schleppender Gärung doch sich durchsetzen, namentlich wenn es der Hefe an genügender Stickstoffnahrung fehlt. Die Zunge macht uns auf diese Verhältnisse frühzeitig aufmerksam. Manchmal tritt ein anisartiger Geschmack auf, der von einem Bazillus herrührt, der dicke milchig aussehende Schleimhäute auf schwachsauren und stickstoffarmen Apfelsäften bildet. Die aromatische Substanz stammt von seinem Angriff auf Lävulose. Sobald eine kräftige Gärung Platz greift, verschwindet jedoch der Bazillus.

Ist die Gärung schwach geworden und Sommertemperatur eingetreten, dann beginnt es in dem Zider, der noch Zucker enthält, lebendig zu werden; er gärt noch einmal plötzlich auf unter Entbindung von viel Kohlensäure und Bildung verhältnismäßig großer Mengen von Form- und Acetaldehyd, die den Zellen den Garaus machen. Es setzt eine Trübung ein: Verbindungen der Aldehyde mit gewissen Bestandteilen der Flüssigkeit.

Es hat sich herausgestellt, daß die Krankheit ausbleiben kann, wenn man frühzeitig auf Flaschen abfüllt. Von einer Gärung wurde der Zider schon im Januar abgefüllt, je ein anderer Posten derselben je einen Monat später; schon der Februarabzug wurde, allerdings erst sehr spät, krank, schneller der März-, und am schnellsten (innerhalb weniger Wochen) der Aprilabzug.

Die früher abgefüllten Flaschen lassen reichlich Nachgärungshefen aufkommen. Barker hält die dabei einsetzende Bildung von Alkohol und Kohlensäure nicht für ausschlaggebend für die größere Haltbarkeit. Er meint, daß eine hypothetische Substanz flüchtiger Art hier das Verderben verhindere, während in den später abgefüllten Proben sie infolge ihrer schon erfolgten Verflüchtigung nicht mehr krankheitshemmend wirken könne. Ein Mitarbeiter von Barker, Otto Grove, hat sich mit den beiden Krankheitstypen, die durch Bakterien veranlaßt werden, befaßt. Er isolierte fünf verschiedene Essigbakterien, von denen das B. xylinum das häufigste war.

Dann isolierte er noch einen anderen Bazillus, der den Zider trüb macht.

Bemerkenswert ist, daß es z. B. in Long Ashton von 1904 bis 1908 niemals zu solchen Trübungen kam. Während des Krieges, als Kolonialzucker (cane-sugar) zum Süßen verwendet werden mußte, brach plötzlich die Krankheit aus; wahrscheinlich hat letzterer die betreffenden Krankheitskeime mitgebracht.

Die Ziderfabrikation birgt noch reichlich biologische Probleme, nach deren Lösung man erst in den Betrieb Sicherheit werde bringen können. (Nach Barker, J. of the Inst. of Brewing 28, No. 7). Buffon gibt an, daß er bei der Anwendung von Formaldehyd immer „Winternebel", also eine kolloidale Ausfällung, im Zider bekommen habe, der nicht durch Filtration wegzubekommen war. Wenn er den Saft auf 60 bis 63% Zucker eindickte und er verdünnte ihn später auf die anfängliche Konzentration, dann ging die Hefe nicht an, wahrscheinlich weil zu viel Stickstoffkörper bei dem Eindicken ausgefällt waren. Alcock wies auf die Nützlichkeit, die Apfelbäume zu stutzen hin, damit viel Luft und Licht an die Früchte kommen können und der Pilzbefall unterdrückt werde.

Barker bezeichnete bei süßem Zider den Apfelsäuregehalt von $^1/_2$ bis $^3/_4$% für zweckmäßig; allerdings seien auch bei $^3/_4$% Apfelsäure Mißerfolge entstanden durch Säure abbauende Bakterien, die dann anderen trübenden Bakterien den Weg bahnten. Das vorherige Waschen der Äpfel werde gelegentlich besorgt, auch werde stellenweis ohne Nachteil Wasser zum Verdünnen gebraucht, ohne Schaden. Ja, beim Verdünnen erhielte man manchmal süßere Produkte, weil die Hefe zu wenig Stickstoff habe und daher noch Zucker unzersetzt ließe. Apfelgelee, das im Kriege hergestellt worden war, wurde selbst nach langem Lagern vitaminhaltig gefunden.

Die Weingärung verläuft ähnlich wie die des Apfelmostes. Auch hier ist durch Reinhefen viel Schaden verhütet und viel Nutzen geschaffen worden, auch durch zweckmäßige Anwendung von Antiseptika. In Frankreich gibt man auf 1 hl Most in der Regel 5 bis 10 g schweflige Säure bzw. 10 bis 20 g Kaliummetasulfit (K. pyrosulfit). Die bequeme Anwendung dieses Salzes wird wohl auch bei uns demselben die Wege ebnen. Vorläufig behelfen wir uns noch mit den Schwefelschnitten, von welchen 3 bis 6 g, also 1 bis 2 nicht abtropfende Schwefelschnitten

mit Asbesteinlage auf 1 hl Faßraum verwendet wurden. Man brennt mit diesem Schwefel die zu $^1/_3$ mit Most gefüllten Fässer ein und füllt weiter Most zu, bis das Faß gärvoll ist.

Das Einschwefeln der Moste wird als der bedeutendste Fortschritt der letzten 25 Jahre in der Weinbereitung angesehen, zumal dabei auffallend reintönige Weine erhalten werden. Die anfängliche Trägheit des Mostes gibt dem Trub eine gute Gelegenheit, sich ruhig abzusetzen, so daß man beide leicht trennen kann, wobei der Most wieder mit Luft in Berührung kommt, die nunmehr die Gärung beschleunigt. Namentlich in Jahren mit viel faulen Trauben ist das Verfahren angebracht, ebenso die Anwendung von an Sulfit gewöhnten Hefen (Sulfithefen). Bei gesunden Trauben ist die Trennung nicht nötig, das Einschwefeln bezweckt hier lediglich ein Eindämmen der wilden Mikroben. (Allg. Wein-Ztg. 2026, Wien 1922.)

23. Die Obstmade und ihre Bekämpfung.

In der „Umschau" Nr. 23, 1922 berichtete Prof. Dr. E. Bresslau über die Lebensgeschichte des Apfelwicklers (Carpocapsa pomonella L.), des gefährlichsten Schädlings unserer Obstgärten. Das überwinterte Weibchen legt im Frühjahr 20 bis 80 Eier einzeln an den ganz jungen Früchten unserer Apfel- und Birnbäume ab. Nach 10 bis 12 Tagen schlüpft daraus die junge Obstmade und dringt bald danach in das Kerngehäuse ein, wo sie die Kerne aufzehrt. Nach 3 bis 4 Wochen ist die Made ausgewachsen, bohrt sich einen Gang ins Freie und sucht sich in der Baumrinde ein Versteck, wo sie sich zum Überwintern einspinnt.

Die geschädigten Früchte werden frühreif und fallen zumeist ab, nachdem inzwischen die Madengänge Schimmel- und Fäulnispilzen eine gute Entwicklungsmöglichkeit geboten haben. Jedes Jahr geht auf diese Weise oft die halbe Ernte und mehr zugrunde oder ist nur noch als minderwertiges Fallobst zu verwenden. — Millionenschaden! Nun hat H. Lehmann in seiner Broschüre „Die Obstmade. I. Ihre Bekämpfung auf wissenschaftlicher Grundlage", 1922, Verlag Berlet u. Co., Neustadt a. d. Haardt, nachgewiesen, daß etwa 85% der Räupchen sich zu dem Kelch der jungen Frucht begeben und hier einige Tage auf diesem verweilen und dabei die Reste der Pollenkörner und des Griffels auffressen.

Dies ist der geeignete Zeitpunkt für die Bekämpfung. Spritzt man die Apfel- und Birnbäume sofort nachdem sie abgeblüht haben, sorgfältig mit Uraniagrün (einem arsenhaltigen Mittel), so wird die Obstmade vergiftet und die Frucht gerettet. Alles Spritzen vor oder nach der richtigen Zeit ist völlig wertlos. Richtiges Spritzen liefert 30% und mehr Ertrag an Früchten.

In Amerika war schon seit 1898 die Lebensgeschichte der Obstmade durch Slingerland bekannt und ihre Bekämpfung ausprobiert. Der deutsche Obstbau hat 24 Jahre lang die amerikanische Forschung unbeachtet gelassen.

Ebenso unbeachtet geblieben war die vor 15 Jahren in Amerika ermittelte Tatsache, daß die Mehrzahl der Schnakenarten ihre Eier nicht aufs Wasser, sondern auf den Boden ausgetrockneter Tümpel und anderer Plätze, die periodisch überschwemmt werden, ablegen.

Verf. hat die Mikroflora der Madengänge des öfteren untersucht und dabei massenhaft namentlich Hefen gefunden.

24. Milchgärungsprodukte.

Milchzucker ist in den verschiedenen Milchsorten in erheblicher Menge vorhanden; besonders reich daran ist die Frauenmilch, deren Milchzuckergehalt 7% beträgt, während die Kuhmilch nur 4,5% davon besitzt. Die Milchzuckermenge der verschiedenen Individuen derselben Tiergattung schwankt in engen Grenzen und ist auch zu verschiedenen Zeiten der Laktation (Milchabsonderung) verschieden; daher stimmen die Resultate der einzelnen Untersucher nicht völlig überein. Nach den Angaben von Sommerfeld im Handbuch der Milchkunde ist der Milchzuckergehalt in der Milch der Frau 6,37%, Kuh 4,94%, Eselin 6,19%, Ziege 4,64%, Stute 5,87%.

Beim Kefir, Kumys, Yoghurt, die alle durch einen gewissen Gehalt an Alkohol (bis zu 2% und darüber) und Milchsäure ausgezeichnet sind, wirken Hefearten, die den Milchzucker in Alkohol und Kohlensäure spalten, in Symbiose mit Milchsäurebakterien, die nach vorheriger Spaltung des Milchzuckers die entstandenen einfachen Zuckerarten in Milchsäure zerlegen.

Der Kefir wird seit langer Zeit im Kaukasus aus Kuhmilch und Kefirkörnern bereitet; letztere werden von den mohammedanischen Völkern als ein Geschenk des Propheten verehrt. Sie sind körnige, noch mit Kasein (Milcheiweiß) vermengte Gebilde, die aus dem alten Getränk immer wieder gewonnen werden. Der Kefir wird meist so hergestellt, daß die Körner zunächst in Wasser aufgeweicht und dann in die lauwarme Milch getan werden. Der Vorgang wird mehrere Male wiederholt, bis die Milch neben der Säuerung Zeichen der Alkoholgärung zeigt und zu schäumen beginnt.

Der aus Stutenmilch oder Eselsmilch hergestellte Kumys ist das Nationalgetränk der kirgisischen Steppenvölker. Er enthält verhältnismäßig viel Alkohol (2%) und ist speziell zur Behandlung der Lungentuberkulose, mehr noch als der Kefir, angepriesen worden. Die Erreger der Kumysgärung sind nicht so genau festgestellt wie die der vorher genannten Milchprodukte. Beim Kumys ist das Milcheiweiß zum Teil durch besondere Mikroorganismen abgebaut, in einfachere Bestandteile (Albumosen und Peptone) zerlegt und dadurch der Verdauung leichter zugänglich als das reine Milchkasein und -albumin, deren Zerlegung erst von den an Fermenten reichen Verdauungssäften des menschlichen Organismus bewirkt werden muß. Auch aus diesem Grunde ist Kumys für manchen Menschen leichter bekömmlich und in größeren Mengen genießbarer als reine Milch.

Der Fettgehalt der Milch bewirkt, daß der Alkohol nur zum Teil im Magen resorbiert wird; daher ist die berauschende Wirkung der vergorenen Milch gering, wie Salzmann durch interessante Versuche an Katzen gezeigt hat. 1 Liter solcher Milch enthält etwa soviel Alkohol wie 60 ccm Kognak. Auch Zugabe von Kognak zu unvergorener Milch hat sich in Tuberkulosesanatorien sehr bewährt. Alkohol schafft durch seine schnelle Verbrennung im Körper in kürzester Zeit neue Energie und wird daher bei Schwächezuständen immer erfolgreich angewendet. (Archiv f. experim. Pathologie u. Pharm. 1912, Bd. 70.)

Am meisten hat in jüngster Zeit wohl der in der Türkei und in Bulgarien hergestellte Yoghurt die Aufmerksamkeit der europäischen Kulturvölker erregt. Das Yoghurt-Ferment, die sogenannte „Maya", stellt nichts weiter als eingedickten getrockneten Yoghurt dar und wird so zur Herstellung des beliebten Volksnahrungsmittels benutzt. Meist wird die Kuhmilch zur Bereitung des Yoghurts auf die Hälfte durch Erhitzen eingedickt, wieder abgekühlt und dann mit Maya versetzt. Nach zehn- bis zwölfstündigem Stehen an einem warmen Orte ist der Yoghurt fertig und stellt nun eine geronnene Masse von säuerlichem Geschmack dar. Er wird je nach dem persönlichen Geschmack des einzelnen mit Zucker oder mit Salz überstreut, kann auf Brot gegessen oder auch für sich wie dicke Milch genossen werden.

Ein anderes saures Milchprodukt mit einem gewissen Alkoholgehalt ist schließlich das sardinische Gioddu, das ebensowenig wie das ägyptische „Leben" in Europa Verbreitung gefunden hat. Es wird aus Kuh- und Ziegenmilch hergestellt und verdankt die Säuerung und Gärung einem Bazillus und einer echten Hefeart, die wieder beide in Symbiose leben.

Die obigen Milchprodukte haben alle den Vorzug, zugleich Nahrungs- und Genußmittel zu sein.

25. Das Schicksal der Nahrung im Darm.

Die Darmflora. Die Darmflora ist von erheblicher Bedeutung für die Verdauung der vom Tier aufgenommenen Nahrung, wie uns bereits das Kapitel über interzellulare Symbiose gelehrt hat. Namentlich diejenigen Mikroben, die sich im Darm massenhaft vermehren können, sind befähigt, nützlich, unter Umständen aber auch schädlich zu wirken. Eine eingehende Studie über die gewöhnlich vorkommenden Mikroben des Darmes hat uns Henneberg geliefert (Z. f. Bakt. II, 1922, 11/13) und die Hauptvertreter im Bild dargestellt.

Wir wollen uns zunächst mit der Frage der typischen Mistbewohner etwas befassen und dabei uns auf die Untersuchungen von Alfred Schmidt „Die Verbreitung der koprophilen Pilze Schlesiens" stützen (Dissertation, Breslau 1912). Was auf dem frischen Mist sich entwickelt, muß den Darmkanal unbeschädigt passiert haben. Namentlich der Darm der Pflanzenfresser enthält eine große Anzahl von Sporen mistliebender (koprophiler) Pilze, die aus dem Futter stammen. Für manche

Pilze scheint der Durchgang durch den Darmkanal und die Einwirkung der Verdauungssäfte erst die Bedingungen für die Keimung ihrer Sporen zu schaffen; sie sind demnach vom tierischen Leben abhängig geworden und in ihrer Verbreitung an die Pflanzenfresser gebunden. In diese Gruppe gehören: Lachnea stercorea, Ascobolus perplexans, A. stercorarius, A. immersus, Saccobolus depauperatus, Myxotrichum uncinatum u. a. Einer anderen Gruppe, die in der Natur allerdings nur auf Mist gefunden wurde, aber z. T. auch auf anderen Substraten zu züchten ist, wenn auch schwierig und bei höheren Wärmegraden, z. B. Ascophanus carneus, Pilobolus longipes, gehören u. a. an: Rhyparobius albidus, Rh. pachyascus, Ascophanus carneus, Thelebolus stercoreus, Sordaria-Arten Pilaira anomola, Pilobolus Kleinii, P. crystallinus, P. roridus, P. longipes, Mortierella-, Piptocephalis- und Syncephalis-Arten. Als Verbreiter dieser Gruppe kommen Säugetiere, Insekten und Wind in Betracht.

Eine dritte Gruppe kommt zwar zumeist auf Mist vor, ist jedoch auf den verschiedensten Substraten zu züchten. Verbreitung der Sporen vorwiegend durch den Wind. Hierher gehören Mucor, Circinella, Thamnidium, Helicostylum, Absidia, Mortierella, Chaetocladium, Microascus, Chaetomium und Pilobolus oedipus; ferner die mistbewohnenden Agaricaceen und Fungi imperfecti. Ebenso dürften Formen aus den Gattungen Arachniotus und Gymnoascus hierher zu rechnen sein. Wer sich über die systematische Stellung der einzelnen Arten unterrichten will, tut gut, das Buch von Lindau „Mikroskopische Pilze", Berlin 1912, Julius Springer, zu Hilfe zu nehmen. (558 Abbildungen.)

Große Umsetzungen im Darm dürften diese Pilze aber nicht herbeiführen, hier fällt vielmals den Darmbakterien die entscheidende Rolle zu. Henneberg hat bei 17 frischen Mageninhaltsproben gefunden: Oidium lactis 1, Torula 7, Saccharomyces minor 4, lange Milchsäurebazillen 9, Bact. acidi lactici 5, Bact. lactis acidi 7, Streptokokken 2, Bündel bildende Milchsäurebakterienart 1, Bac. Beyerincki 2, Sarcina (große Art) 2, Pediococcus lactis acidi 3, Bact. coli 2, Proteus 1, Bac. vulgatus 1 mal. In zwei Magen waren keine Bakterien nachweisbar, äußerst viel in einem Magen, der durch eine Operation mit einem tieferen Darmteil in Verbindung gebracht war.

Zwei nüchterne Magen enthielten nur Milchsäurebakterien (Sarcinen, Bact. lactis acidi und eine lange Art). In zwei Karzinommagen waren vorwiegend die beiden letzteren; in einem außerdem noch Torulahefe vorhanden. Stärke-, Pektin- und Zellulosevergärer fehlten stets.

In den Fäzes von acht Säuglingen, von denen vier gesund waren, wurden 23 Bakterien- und Hefearten gefunden und eingehender geprüft. Es tauchen dieselben Arten wie oben angegeben auf, außerdem noch verschiedene Clostridium, Diplococcus, eine Megatheriumart und jodophile Stäbchen auf. Ein Brustkind hatte scheinbar nur eine einzige Art, ein Haferschleimkind hatte fast nur Streptokokken, ein krankes Kind hatte viel jodophile Zellen und sehr viel eiförmige Diplokokken, ein anderes äußerst viel Torulahefen, viel

Clostridium und Diplokokken. Letztere treten auch bei Milchgenuß in Erwachsenen in großer Menge auf.

In den Fäzes gesunder Erwachsener sind 90 bis 99% der Bakterien abgestorben, und zwar an der Außenseite der Fäzes mehr als im Innern; die einzelne Bakterie ist jedoch nicht derart ausgelaugt, wie im Kot der Kühe und Schafe. Die noch lebenden Bakterien sind aber so geschwächt, daß sie in Tröpfchenkulturen oder auf Plattenkulturen vielfach keine Entwicklung zeigen oder von dem am wenigsten geschädigten Colibakterium überwuchert werden. Gibt man zu große Aussaat, dann geht gar nichts an, offenbar infolge der Gegenwart entwicklungshemmender Stoffe. In wasserreicherem Kot sind mehr Bakterien lebend, 70 bis 50%. Bei Durchfall waren kaum tote Zellen da. An der Gestalt lassen sich ohne weiteres nebeneinander erkennen Clostridium Nothnageli, Megatherium-Arten, Spirillen, „Heubazillen", Coliarten und dünne Stäbchen (wohl meist Proteus). Mit Jodlösung färben sich die Clostridien u. a. weinrot, die Heubazillen braunrot (Glykogenreaktion). Neben großen isolierten Sporen von großen Clostridien finden sich auch der Milchschimmel, Torulahefe und Amöben. Bei ungewöhnlicher Nahrung oder Katarrhen treten zahlreiche Spirillen, bewegliche Bakterien, große lange Bazillen mit Sporen, große bewegliche Stäbchen, eine Megatherium ähnliche Art usw. auf. Übelriechende Fäzes enthielten meist die dünnen Formen des Proteus.

Patienten, die lebende Bier- bzw. Preßhefe gegen Furunkeln u. dgl. eingenommen haben, zeigten im ausgehobenem Magensaft nach 24stündigem Stehenlassen desselben bei 27 bis 35° noch 3 bis 20% lebende Zellen. In einem Fall, wo die Hefe nüchtern gegeben war, unter gleichen Bedingungen erwiesen sich fast alle Zellen noch lebend. Die Fäzes von elf Hefeessern zeigten in drei Fällen keine Spur von Hefe mehr oder in drei anderen Fällen nur tote Zellen, deren Zellwände in einem Falle schon aufgelöst waren, in vier Fällen wenig lebende. In einem Fall litt der Patient an zu schnellem Magenschub und da waren fast sämtliche Zellen noch lebend. Als dieselbe Untersuchung später wiederholt wurde, waren in einem Fall sämtliche Zellen, in einem zweiten 98% tot. Bei Gebrauch von getrockneter Nährhefe fehlten am Schluß infolge des Angriffs der Heubazillen die Zellwände, dagegen war das Fett und oft auch das Eiweiß noch vorhanden.

Bei Bierhefegebrauch fehlten meist die Zellwände und das Plasma war oft ganz bis auf die Fettröpfchen verschwunden oder aufgehellt, also z. T. verdaut. Volutin fehlte stets.

Essigbakterien wurden stets völlig verdaut. Yoghurtpilze wurden fast ganz verdaut.

Infolge des bei uns vorherrschenden Brot- und Kartoffelgenusses haben sich bestimmte Darmpilze an diese Nahrung angepaßt, sind ständige Darmbewohner, gewissermaßen „Kulturpilze" geworden, die wohl nicht mehr in der freien Natur fortkommen. Nach Spinat, Sauerkraut, Erbsen tritt erhebliche Gasbildung auf, so daß selbst die frischen Fäzes noch weiter gären; die Gasbildung verstärkt sich noch, wenn solche

Nahrung an aufeinanderfolgenden Tagen genommen wird, weil dann die betreffenden Pilze genügend im Darm vorrätig sind. Die Gasbildner können aber durch spätere rohfaserfreie Kost dann wieder plötzlich verschwinden, bis auf einen Rest, der im Blinddarm zurückgehalten wird und die Zeit abwartet, wo ihm zusagende Nahrung wieder zugeführt wird. Im Dünndarm findet keine Zellulosegärung statt, dagegen im Dickdarm, an dessen Endteil die Gärung aber infolge Wasserentziehung und giftig wirkender Sekrete zum Stillstand kommt und die meisten Bakterien, einschließlich des Colibakteriums geschwächt oder getötet werden.

Mit Ausnahme des Methan bildenden Bakteriums finden sich die dem Darm am meisten angepaßten Mikroben kaum in der freien Natur, so daß sie auch kaum mit der Nahrung eingeschleppt werden dürften. Allerdings bei Genuß von Rettich, Radieschen, Erdbeeren, die von mit frischem Kot gedüngten Beeten stammen, kann leicht eine Infektion erfolgen.

Zwischen Pektin-, Zellulose- und Stärkeverzehrern herrscht eine Arbeitsgemeinschaft; erstere lösen mittels der Pektinase den Zellenkitt, so daß die Gewebe auseinanderfallen in die einzelnen Bausteine, dann kommt die zweite Gruppe zur Arbeit und löst die Zellwände, so daß der Inhalt, Eiweiß und Stärkekörner, freigelegt werden; letztere werden dann, namentlich wenn sie schon durch das Kochen der Nahrung verkleistert sind, von der dritten Gruppe aufgezehrt. Rohe Stärkekörner verlassen meist unausgenützt den Körper, zumal bei Darmkatarrhen, Das Eiweiß wird meist durch Proteusarten unter Schwefelwasserstoffbildung (aus dem schwefelhaltigen Zystin) zur Aufspaltung gebracht.

Wo Zellulose- und Stärkebakterien sich einnisten, da sieht man an den Zellhäuten oder Stärkekörnern Fraßstellen bzw. Bohrlöcher. Zellwände, die aus reiner Zellulose bestehen, z. B: die Pallisadenzellen der Leguminosenfruchtschalen werden schließlich ganz aufgelöst. Die Verdickungen der Netz-, Ring- und Spiralgefäße bleiben meist unverdaut, sind daher nach dem Genuß von Gemüsen zahlreich im mikroskopischen Bild der Fäzes gegenwärtig. Zu den Zellulosezerstörern gehören auch Actinomycespilze, die sich durch Verzweigungen zu erkennen geben, ferner manche Schimmelpilze, z. B. Aspergillusarten.

Henneberg hat auch in Komposthaufen die Mikrobenentwicklung verfolgt und da u. a. Granulo- und Amylobacterarten, ferner Bac. macerans, Bac. tetani, Bact. lactis acidi, Zelluloseverzehrer und B. vulgatus, Actinomyces, Methanigenes-Arten und verschiedene Stäbchenarten angetroffen.

Der Hauptsitz der Gärungen beim Pflanzenfresser ist der Dickdarm, und zwar dessen erster Abschnitt, der Blinddarm. Letzterer ist beim Pferde 1 m lang und faßt 30 Liter. Die Nahrung verbleibt darin 24 Stunden. Der zurückbleibende Rest stellt einen Vorrat von Gärungserregern dar, der die neuankommende Speise sogleich wieder in Gärung setzt. Kusserow hat in seinem Laktosanpräparat eine Mischung gutartiger Gärungserreger zusammengestellt, die für eine normale Gärung im Blinddarm sorgen sollen.

26. Die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen.

Sind Pflanzenfresser reine Vegetarier?

Schon 1888 fand Schuberg, daß im Wiederkäuermagen zahlreiche Infusorien hausen und daß deren Nahrung meistens aus kleinen Partikelchen des pflanzlichen Futters besteht, ferner, daß manche Arten (Entodynium, Diplodynium) oft derartig große Pflanzenfasern aufnehmen, daß ihre Körperumrisse verzerrrt werden. Dieser Forscher spricht am Schluß die Vermutung aus, daß die Ziliaten speziell für die Zelluloseverdauung von Bedeutung sein könnten. Nach Eberlein (1895) verschafft die Anwesenheit der Ziliaten den Wohntieren dadurch Nutzen, daß dieselben bei ihrer ungeheuren Zahl ihrem Wirte einen Teil der Zellulose in resorbierbaren Stoff überführen.

Braune konnte die Erfahrung der beiden Forscher nur bestätigen.

Das zu seinen Studien notwendige Material verschaffte er sich vom Berliner Zentral-Schlacht- und Viehhof. Das Auftreten der Protozoen war wechselnd. Manchmal war es so spärlich, daß eine Bearbeitung des Materials nicht lohnte. Im Gegensatze zu seinen Vorgängern hat er aus den betreffenden Magenabteilungen (hauptsächlich vom Rind und Schaf) nicht nur den flüssigen Inhalt, sondern auch die mit der Magenflüssigkeit durchtränkten festen Bestandteile herausgenommen und ihn nach dem Vorgehen Eberleins in Gläser eingefüllt, die in den Hosentaschen angewärmt waren und dann noch eine Stunde in der Hosentasche verblieben, bis sie im Thermostaten bei 37° untergebracht werden konnten.

Die Lebenduntersuchung der Protozoen mußte auf einem heizbaren Objekttisch geschehen, weil sie bei einer Temperatur unter 20° bald absterben. Die festen Bestandteile wurden mit drei Fingern entnommen und dann zwischen diesen ausgepreßt; dabei blieben die größeren Bestandteile in der Hand, während die feinen Pflanzenpartikel mit den Protozoen auf die Platte gelangten und dort nicht nur eine sehr gute Stütze für die dann aufzulegenden Deckgläschen, sondern auch ein Hemmnis für allzu lebhafte Bewegungen der Protozoen bildeten.

In dem Nahrungsbrei im Magen kommt mehr die Wühlarbeit als die Schwimmtätigkeit zur Geltung und sind namentlich bei größeren, kompliziert gebauten Arten wie Ophryoscolex die festen Zacken und Vorsprünge der Außenhaut — manchmal wird man an den Mechanismus eines Steinbohrers erinnert — weniger Schwimmformen als Wühlformen. Daher kommt es auch, daß sie, einmal aus dem Pflanzenbrei herausgedrückt, in der Flüssigkeit gleich zu Boden sinken.

Im Gegensatz zu den schmiegsamen Zellformen, die wir bei den Infusorien des Süßwassers antreffen, bilden die Infusorien des Wiederkäuermagens mehr starre, gepanzerte Formen, in denen oft besondere Fibrillen zur Versteifung des Plasmas angelegt sind. Bei manchen Arten gibt es ganze Fibrillensysteme, die gleichsam das Skelett des einzelligen Tieres bilden. Es gibt Schlund- und Afterfibrillen, auch der Kern ist manchmal in solchen Stützen gelagert. Braune hat die ein-

zelnen Formen genauer beschrieben: in der Gruppe der Amoebina die Arten Entamoeba bovis Liebetanz, Mastigamoeba bovis, in der Gruppe der Flagellaten aus der Gattung Monas M. communis, aus der Gattung Piromonas P. communis, Trichomastix ruminantium, Trichomonas ruminantium, aus der Gattung Callimastix C. frontalis; in der Gruppe der Ciliaten die zu den Holotrichen gehörigen Arten: Isotricha ruminantium Schuberg, I. prostoma, I. intestinalis, die zu den Peritrichen gehörige Familie der Ophryoscolexiden mit den Arten: Entodynium bursa und Ophryoscolex Purkynjei. Namentlich der letztere Organismus gab recht komplizierte zytologische Probleme zu entziffern auf. Als Kuriosum sei nur mitgeteilt, daß sogar Mikrotomschnitte durch diese Mikroben angefertigt wurden.

Gelegentlich wird von Braune auch auf das Vorkommen von Protozoen im Pferd hingewiesen. So gibt er u. a. an, daß im Pferdeblinddarm sehr häufig Cycloposthium bipalmatum vorkommt. (Archiv für Protistenkunde 32. Bd. 1913, S. 112, 170.)

Lindner, der zahlreiche Mikrophotogramme von den Bewohnern des Pansens beim Schafe und der Ziege aufgenommen hat, machte darauf aufmerksam, daß man in Anbetracht der zahlreichen Infusorienleiber, die im Wiederkäuermagen erzeugt und dann im Verlauf des Darmkanals wieder verdaut werden, die Wiederkäuer nicht mehr als reine Vegetarier bezeichnen könne. In den Fäzes findet man die Infusorien nicht wieder; sie sind also restlos verdaut worden.

27. Der Magen als Gärbottich.

In der Zeitschrift St. Hubertus wird von einem Nimrod berichtet, daß er wiederholt im Fangeisen erlegte Füchse angetroffen habe, die stark nach Wein rochen, namentlich wenn man auf den Magen drückte. Die Aufklärung ergab sich von selbst, als ein schlafender Fuchs in tiefstem Rausch angetroffen wurde und unweit davon eine Birkhenne, die er z. T. aufgefressen hatte. Besonders hatte er den Magen der letzteren, die ebenfalls nach Wein roch, verzehrt und so die gärende Beerenmasse, die jenen erfüllt hatte, in sich aufgenommen. Der Rausch war so tief, daß der Fuchs die Annäherung des Jägers gar nicht merkte und so bequem abgeschossen werden konnte. Wenn man auch sonst immer das Jägerlatein nur mit Vorsicht aufnimmt, in diesem Falle ist naturwissenschaftlich alles erklärlich.

28. Alkoholbildung bei Bakteriengärungen im Darm und in künstlichen Nährlösungen.

Von den Hefen ist es uns geläufig, daß sie aus Zuckerarten leicht Alkohol bilden können, auch von gärenden Schimmelpilzen haben wir es zur Genüge gehört. Weniger bekannt ist die Alkoholbildung aus Zuckern durch Bakterien. Es sind nicht etwa nur einzelne Arten, bei denen regelmäßig Alkohol, wenn auch nur mehr spurenweis auftritt, sondern es kann eine ganze Liste von ihnen aufgestellt werden.

Bei den Alkoholmengen, die der Analytiker in den betreffenden Flüssigkeiten nachgewiesen, ist immer noch zu bedenken, daß sie nur einen Teil des wirklich erzeugten Alkohols darstellen dürften, denn auch bei den Bakterien dürfte als ziemlich allgemeines Gesetz gelten, daß bei genügend Gegenwart von Luftsauerstoff ein beträchtlicher Anteil des Alkohols wieder von der Bakterienzelle assimiliert wird, sei es zum Aufbau des Plasmas oder der Zellwand oder des Zellfettes. Daß auch stark verfettete Bakterienzellen vorkommen, zeigt die Analyse des Tuberkel- und Rotzbazillus. Bacterium mycoides erinnerte durch seine zahlreichen Fetttropfen ganz an die verfetteten Zellen des Fettpilzes Endomyces vernalis, nur daß die Größenverhältnisse winziger waren. Daß in der Milch Alkohol durch Bakterien entstehen kann, hat schon Märpmann an Göttinger Marktmilchproben festgestellt. Ein Teil der Milchsäurebakterien bildet sogar beträchtliche Mengen Essigsäure neben Milch- und Bernsteinsäure und Alkohol. Baginsky wollte für sie sogar die Bezeichnung Bacillus aceticus wählen. Bacterium lactis acidi Leichmann gab nur Spuren von Alkohol in der Milch. Gas bildet er nicht, im Gegensatz zu Micrococcus acidi laevolactici. Auch Bacterium lactis aerogenes, das die Milch schleimig macht, liefert bei der Umsetzung des Milchzuckers Spuren von Alkohol.

Actinobacter du lait visqeux koaguliert Milch und löst das Coagulum wieder auf. Der Milchzucker wird zum Teil in Alkohol und Essigsäure verwandelt. Bei Luftabschluß tritt Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff auf.

Das so sehr verbreitete Bacterium coli commune macht aus Trauben- und Milchzucker Kohlensäure, Wasserstoff, Essigsäure, Bernsteinsäure, Ameisensäure, Milchsäure und etwas Alkohol. Der Bazillus des malignen Ödems bildet aus Kohlehydraten vorwiegend Milchsäure und regelmäßig Alkohol.

Der Bacillus ethaceticus, den Frankland aus Schafmist isoliert hat, setzt Mannit, Glyzerin, Rohr-, Milch-, Traubenzucker und Arabinose in der Hauptsache in Alkohol und Essigsäure um; einen ähnlichen Bazillus mit kräftigem Fruchtäthergeruch fand auch Weigmann. Ersterer liefert bei der Zersetzung von 60 g Mannit bis 11 g Alkohol, aus 60 g Glukose 7 g, aus 10 g Arabinose 1,235 g Alkohol.

Bacillus ethacetosuccinicus liefert aus Dulzit sogar 25,6% Alkohol, aus Mannit 23% Alkohol.

Die Nenckischen Dünndarmbakterien Bact. aerogenes lactis und Bact. ilei vergären Glukose zu Äthylalkohol, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff.

Bac. aromaticus lactis (Grimm) gibt schwache Säuerung (Milchsäure) und ein starkes Fruchtätheraroma, daneben auch Alkohol in der Milch.

Schardingers Bazillus aus Trinkwasser machte Milch schleimig und nach Alkohol riechend. Auch Leichmanns Bazillus der schleimigen Milch lieferte etwas Alkohol.

Der Bacillus Guillebeau c bewirkt Euterentzündung und Blähungen im Käse; als Umsatzstoffe von Glukose wurde Milchsäure, Essigsäure, Alkohol, Kohlensäure und Wasserstoff festgestellt.

Friedländers Pneumoniecoccus gab aus 60 g Rohrzucker in 3%igen Lösungen 0,58 g Alkohol, aus 60 g Mannit 5,06 g Alkohol neben Kohlensäure und Wasserstoff, aus Xylose 6,93% Alkohol, 23% Essigsäure und 19% Bernsteinsäure. Ein diesem ähnliches Bakterium von Grunbert gab aus Milchzucker 12% Alkohol, aus Glyzerin 19% Alkohol.

Der sog. Mannitbazillus von Gayon und Doubourg bildet aus allen Zuckerarten, mit Ausnahme der d-Fruktose, die er in Mannit verwandelt, Alkohol.

Der Bacillus putrificus Bienstock (Kadaverbazillus oder Fäulniserregender Buttersäurebazillus) zersetzt Eiweißstoffe unter Buttersäurebildung und Milch unter Bildung stinkender Fäulnisprodukte (Merkaptane), dabei bildet er auch Alkohol.

Eine andere Buttersäurebakterie, Bac. amylozyma Perdrix aus Kartoffeln, wandelte 70% der Stärke in Zucker und 11% in Äthyl- und Amylalkohol um.

Auch der unbewegliche Buttersäurebazillus von Schattenfroh und Großberger, der Diastase und Invertase ausscheidet, lieferte Alkohol in Spuren.

Der in Sauerkraut häufige Bac. brassicae acidae Conrad liefert in mit Kreide versetzten Maischen bis 2,4 Vol.-Prozent Alkohol.

Die in Rübensäften häufigen: Bact. gelatinosum Cetae Gloser und Clostridium gelatinosum Laxa, sowie Semiclostridium commune liefern neben den Schleimstoffen auch Alkohol in geringen Mengen.

Bacillus suaveolens wandelt Stärke in Dextrin und Glukose und weiter in Alkohol, Aldehyd, Ameisensäure, Buttersäure um.

Kruys und Raymann isolierten aus gesäuertem Hefegut einen Milchsäurebildner, der in Bierwürze Alkohol, Ameisensäure, Essigsäure und Milchsäure erzeugt.

In der neueren Literatur sind sicher noch mehr Fälle einer Alkoholbildung durch Bakterien aufgedeckt, denen man nachspüren sollte.

Die vorliegende Darstellung genügt aber schon, um uns zu beweisen, wie wenig man sich vor der Alkoholbildung selbst im eigenen Leibe schützen kann. Wenn sogar Darmbakterien Alkohol bilden können, wie will sich der Abstinent dann noch alkoholrein halten? Ob er Milch oder Stärke oder Zucker zur Nahrung wählt, die Bakterien sorgen immer dafür, daß es ohne Alkohol bei der Verdauung nicht abgeht.

Wer weiß, ob man in trocken gelegten Ländern nicht noch Reinkulturen von solch alkoholbildenden Bakterien der süßen Nachspeise beim Mahle zusetzen wird, um die Alkoholbildung im Darm künstlich auf die Höhe zu bringen.

29. Die Fäkalien als Nahrungsquelle.

Für manche Tiere sind unangenehme Gerüche, wie sie Kadaver oder Aaspflanzen ausströmen, Lockmittel; letztere spekulieren auf den Besuch der von Aas und Fäkalien sich nährenden Fliegen, Käfer u. dgl. So verhaßt gerade diese beim Menschen sind, so erfüllen sie doch eine bedeutende Aufgabe in der Natur: sie räumen mit dem Unrat auf, verwandeln dessen organische Stoffe wieder in lebendige Substanz und dienen ihrerseits wieder höheren Tieren oder Pflanzen als Nahrung (insektenfressende Pflanzen). Geradezu erstaunlich ist, wie schnell die Umwandlung in lebende Substanz vor sich geht. Eine Brummerlarve, die auf Fischfleisch eben aus dem Ei gekrochen, ist etwa $^1/_{30}$ g schwer; am dritten Tage bereits 7 g, also 200mal so viel. Dabei liefern diese Fliegenlarven fast gar keine Exkremente, verdauen also überaus gut. Frische Fäkalien, die genügend Fliegenbesuch bekommen, sind oft nach einem Tag schon über und über mit weißem Geschmeiß, den Eiern der Fliegen bedeckt, so daß der Laie fast den Eindruck bekommt, als seien sie mit Zucker bestreut. Nach fünf Tagen ist eine fett- und eiweißreiche Madenmasse neben wenig krümeligen, nun kaum noch abschreckend aussehenden Überresten der Fäkalien das Ergebnis. Leider ist diese naturgemäße Aufarbeitung der Fäkalien noch nicht technisch ausgenützt worden, trotzdem Verf. mit Nachdruck auf die volkswirtschaftliche Bedeutung dieses Verfahrens gegenüber dem Rieselverfahren, bei dem $^9/_{10}$ der Stoffe für den Boden verloren gehen, hingewiesen hat. In den Fäkalien bilden Bakterienleiber einen wesentlichen Bestandteil und sie dürften die Hauptnahrung für die Fliegenlarven u. dgl. abgeben. Jedenfalls wird die Bakteriensubstanz von ihnen am schnellsten und ohne viel Verlust wieder nutzbar gemacht, während sie bei dem jetzt üblichen biologischen Verfahren der Abwasserreinigung und dem Rieselverfahren zum weiteren Abbau der fäulnisfähigen Stoffe, der mit der Entbindung von freiem Stickstoff endigt, dient und schließlich der Selbstverdauung anheimfällt.

Hauptbedingung für eine regelrechte Durchführung der Fäkalienvertilgung durch Fliegenlarven wäre die genügende Bereitstellung von Fliegeneiern, damit die mit diesen gleichmäßig geimpfte Fäkalienmasse nach fünf Tagen glatt aufgezehrt werden kann. Bei 70 Millionen Menschen mit täglich 140000 kg Fäzesmasse würden jährlich etwa 22995 t Fett und 76650 t Eiweiß in Form von Fliegenlarven gewonnen werden können.

Aus dem jährlichen Anfall von etwa 390 Millionen Tonnen Stallmist in Deutschland würden sich rechnerisch Fliegenlarven mit 666660 t Fett und 2 Millionen Tonnen Eiweiß ergeben, aus 252 Millionen Kilogramm Harn weitere 53000 t Fett und 160000 t Eiweiß. (Lindner, Z. f. techn. Biologie VII, S. 216, 1919.)

Daß es sich um kein minderwertiges Fett in den Fliegenlarven handelt, muß man daraus entnehmen, daß das auf dem Mist scharrende Huhn ja in erster Linie Fliegenlarven aufpickt, deren Fett ihm das Ei-

dotterfett mit liefert. Fettarme Hunde, die mit Hammeltalg oder pflanzlichen Fetten gefüttert wurden, speicherten auch ein mit diesen identisches Körperfett auf. Auch subkutan eingespritztes Fett wird im Körper fast unverändert abgelagert und resorbiert.

30. Einige ernährungsphysiologische Betrachtungen.

Ob sich der von Abderhalden aufgestellte Satz, daß bei der Verdauung die Nahrung erst in einfachste Bausteine zerlegt und dann diese vom Tier neu aufgebaut werden, verallgemeinern läßt, ist an dem Beispiel der Fettverdauung schon zweifelhaft geworden, dürfte aber auch bei Eiweiß und Kohlehydraten nicht überall zutreffen. Es ist nicht einzusehen, weshalb nicht auch größere Komplexe, die sich in die Darmzellenbestandteile bequem einbauen lassen, als solche aufgenommen werden sollten. Bei Symbiosen und Parasitismus ist letzteres höchst wahrscheinlich. Wäre es anders, dann müßten an besondere Arten ausschließlich angepaßte Parasiten auch mit gewöhnlicher Nahrung oder einfacheren Bausteinen gefüttert werden können. Schon bei der Ernährung der Hefen mit verschiedenen Zuckern zeigt sich, daß der einfachste Zucker, der Traubenzucker, durchaus nicht immer am besten assimiliert wird.

Aus der Tatsache, daß manche Hefen, die den Zucker zwar assimilieren, ihn aber nicht in Alkohol und Kohlensäure zu spalten vermögen, dennoch Alkohol assimilieren, kann man schließen, daß eine Aufspaltung bis zu den letzten Bausteinen durchaus nicht notwendig ist, obwohl auch aus den letzteren eine Synthese möglich ist, bei Alkoholdarbietung z. B. sehr leicht zu Fett, allerdings nur bei Gegenwart von Sauerstoff. Auch Acetaldehyd ermöglicht bei Hefen noch eine Fettsynthese. (Hähn, Z. f. d. Biologie 1922, 1.)

Eine lehrhafte Betrachtung über Nahrungsaufnahme und Verdauung liefert die Beobachtung eines festsitzenden Infusoriums, z. B. eines Glockentierchens oder einer langsam kriechenden Amöbe. Mit ihrem Wimpernkranz strudelt erstere die im Wasser schwebenden festen Teilchen in eine Vakuole, die schließlich ganz vollgestopft ist, und dieser Nahrungsballen wandert nun in der Zelle hin und her. Man sieht, wie er allmählich kleiner wird und wie der unverdauliche Rest plötzlich am Rand ausgestoßen wird. Das Zellenplasma hat sich die Stoffe herausgelöst, die es gebrauchen kann, zu diesem Zwecke aber nicht erst alles in Lösung gebracht. Bei Paramaecium hat man aber festgestellt, daß die bloße Ernährung nicht genügt zu dauerndem kräftigen Wachstum, es muß von Zeit zu Zeit eine Kopulation je zweier Zellen und ein Austausch von Zellkernen stattfinden, um wieder eine kräftige Nachkommenschaft zu liefern und die „senile Degeneration" zu verhindern. In embryonalen Geweben kommt noch auf lange Zeit die Auffrischung, die die Eizelle durch die Samenzelle und die dabei stattgehabte Kernverschmelzung erfahren, in einer ungestümen Wachstumsfreudigkeit zum Ausdruck. Auch gewisse Organextrakte wirken anregend auf das

Wachstum. So wirkt die Thymusdrüse des Kindes fördernd auf das Wachstum bis zur Zeit der Pubertät, wo sie allmählich durch Verfettung degeneriert. Sie zieht sich zwischen Unterkiefer und Herzbeutel hinter dem Brustkorb hin. Romeis erhielt durch Zugabe von Thymusextrakt aus schwächlichen Froschlarven kräftig ausgebildete Tiere, Abderhalden ebenso, nur blieb dabei die Beinentwicklung zurück im Gegensatz zur Wirkung des Schilddrüsenextrakts, der eine beschleunigte Umwandlung der Körperorgane bewirkte, aber das Wachstum hemmte. Bei Wachstumsstörungen findet ein aus Kalbthymusdrüsen hergestelltes Präparat häufiger Anwendung in der Medizin. Von der Zirbeldrüse weiß man, daß sie die Entwicklung der Keimdrüsen verzögernd beeinflußt. Junge Hähne zeigten nach Entfernung der Zirbeldrüse eine auffallend rasche Entwicklung der Keimdrüsen, eine kräftige Anschwellung der Hoden und des Kammes.

Die Zirbeldrüse ist ein rudimentäres Organ an der Stelle, wo bei unseren tierischen Vorfahren das dritte Auge oder Stirnauge saß. Bei der heut noch lebenden neuseeländischen Brückeneidechse Hatteria wird es im Embryo noch angelegt, aber nicht mehr ausgebildet. Die Zirbeldrüse hat heute die Aufgabe übernommen, den Blutzufluß zum Gehirn zu regeln.

Den Extrakt der kieferzapfenähnlichen Zirbeldrüse (Glandula pinealis) benutzt der Mediziner zur Bekämpfung krankhafter geschlechtlicher Frühreifeerscheinungen.

Bei mangelhafter Funktion mancher Drüsen und ihrer wirksamen Stoffe, der sog. Hormone leidet der Stoffwechsel des ganzen Individuums. Bei Verlust der Nebenniere nimmt die Temperatur immer mehr ab, das Blut wird giftig, das Herz schlägt ganz unregelmäßig, und nach anfänglichem Stumpfsinn treten schließlich völlige Apathie und der Tod ein. Wird solch vergiftetes Blut einem gesunden Tier eingespritzt, so unterliegt es dem gleichen Verfall. Entfernung der Niere erzeugt ebenfalls größte Atemnot infolge Selbstvergiftung durch Stoffwechselprodukte, besonders Harnstoff; Einspritzung von Nierenextrakt behebt die Atemnot in kurzer Zeit.

Die Bauchspeichel- oder Pankreasdrüse liefert nicht nur den Bauchspeichel, sondern sorgt auch dafür, daß der mit der Nahrung aufgenommene oder daraus gebildete Zucker in Glykogen übergeführt wird. Ausschaltung der Drüse bedingt bei sonst reichlicher Nahrungszufuhr Ausscheidung von 10 bis 12% Zucker im Harn und gesteigerten Zerfall von Eiweiß, das den Zucker ersetzen muß. Auch die Geschlechtsdrüsen, Hoden und Eierstock scheiden Stoffe aus, die die Leistungsfähigkeit der Nerven und Muskeln steigern und das körperliche Wohlbefinden erhöhen. Bei Kastration tritt erhöhte Fettbildung und Verminderung des Sauerstoffverbrauchs ein. Extrakte aus den Keimdrüsen liefern wirksame Gegenmittel. Besonders wichtig sind die Hormone des Corpus luteum, einer Ovarialdrüse, die sich periodisch regeneriert, die Menstruation der Frauen bedingt und den Uterus durch Regelung der Blutzufuhr für die Aufnahme des befruchteten Eies

instand setzt. Eine Entfernung dieser Drüse bewirkt Ausbleiben der Menstruation; letztere setzt nämlich immer erst im Moment der höchsten Entwicklung des Corpus luteum ein.

Zu solchen stofflichen Einwirkungen gesellen sich bei der Ernährung noch psychische. Schon der Anblick eines Stückes Fleisch bewirkt erhöhte Absonderung der Verdauungssäfte in Mund, Magen und Darm. Ja sogar das Erscheinen des Wärters am Tierkäfig wirkt schon ähnlich auf dessen Insassen. Andere psychische Zustände, wie Schreck, Ärger u. dgl. setzen wieder die Drüsen für einige Zeit außer Tätigkeit.

Auch Genußmittel haben sich als notwendig erwiesen, um die Verdauung der Nahrungsmittel zu befördern. Essen und speisen ist zweierlei; letzteres soll ein Essen mit Genuß sein. Bouillon, an sich ohne Nährwert, erregt die Ausscheidung von Magensaft, ist aber nur in kleinen Mengen am Anfang des Mahles zu nehmen, da sonst die Magenwände erschlaffen. Dieser Fehler ist zu beheben durch Wein, der sie wieder zusammenzieht. In Frankreich mischt der Bauer den Wein gleich der Suppe bei. Nach der Suppe ist etwas Südwein angezeigt, Madeira, Marsala, Porto, mit 15 bis 20% Alkohol, nach den späteren Gängen leichtere Weine mit 10 bis 12% Alkohol, die der Eigenart der Speisen (fett oder mager) angepaßt sind. Am Ende des Mahles zuckerhaltige Weine wie Malaga, Malvasier u. dgl. Wenn die Weine nicht genügen, um die Trägheit des Magens zu beheben, dann noch Kaffee, der am wirksamsten heiß mit 45° genommen wird. Nervenleidende können statt Kaffee eine Tasse Chamomille nehmen, deren aromatische Substanz denselben Zweck erfüllt. Ein starker aromatischer Likör zum Schluß.

„Der Gourmet ist der Antipode des Alkoholikers, letzterer ist ein Maniake, ersterer ein Epikuräer". (Dr. Regnault, Le conseilleur 1907, Nr. 17.) Auch Tabak hilft die Verdauung befördern. Die bei reichlichem Genuß unregelmäßig verlaufende Herzkurve wird durch Alkohol wieder normal. (Dr. Engelen.) Mäßiger Biergenuß wirkt auch günstig auf die Verdauung, nicht bloß durch die Nährstoffe, die es enthält.

Des Menschen Zunge ist nicht umsonst mit zahlreichen Geschmacksbechern ausgerüstet für das Saure, Süße, Bittere u. dgl.; sie soll für die Geschmacksanalyse erzogen werden; andernfalls könnte sie durch eine Schuhsohle ersetzt werden, der es gleichgültig ist, womit sie in Berührung kommt. Der Lebenskünstler wird weder viel essen noch viel trinken und rauchen, er verlangt nach Qualität und lebt weniger verschwenderisch als der Vielfraß oder Säufer oder Kettenraucher. Sein Magen ist nie überladen, er braucht für die Verdauung nicht unnötigen Energieaufwand, der wieder Ermüdung, Schläfrigkeit, geistige Trägheit nach sich zieht. Er erhält sich geistig und körperlich frisch und in munterer Stimmung.

Wer nur einmal unter dem Mikroskop die Verdauungsvorgänge in einem durchsichtigen Wurm verfolgt, muß sich sagen, daß der Kraftverbrauch bei den peristaltischen Bewegungen des Darmes bei ständiger

Füllung desselben außerordentlich groß ist und die Darmnerven vorzeitig abnutzen muß. Also der Vielfraß läßt seine Darmmuskeln tüchtig arbeiten, auch wenn er selbst anscheinend nichts tut.

Die Feinschmeckerei ist uralt, sie war der Hebel aller Kultur, und schon die alten Heiden pflegten sie im höchsten Maße. Mit dem Sieg des Christentums trat eine Reaktion ein. Der Mensch lebt nicht, um zu essen, sondern um zu entsagen. Damals schien es völlig um die Kochkunst und ihren Kultus geschehen. Denn wo Enthaltsamkeit eine Tugend und der Genuß von Heuschrecken und Holzäpfeln eine verdienstliche Handlung ist, da konnte die Kochkunst nicht gedeihen. Zum Glück aber ist der Magen ein Despot und der Gaumen ein geborener Diplomat, und so gelang es der Feinschmeckerei bald, auch beim christlichen Liebesmahl ihre Rechnung zu finden. (Sendig, Z. f. öffentl. Chemie 1922, VII.)

Ein Prälat hatte auf die Vorwürfe gegen seine Vorliebe für gute Speisen und Getränke die Antwort: „Glauben Sie denn, daß der liebe Gott die Leckerbissen für Dummköpfe geschaffen hat?" und Prof. Reklam, der den Ausbau der Kochkunst für überaus wichtig hält, ironisiert die Unzugänglichkeit der Frauen gegen Neuerungen: „Einem Koch kann man das lehren, einer Köchin zuweilen, einer Hausfrau, welche die Küche überwacht, niemals."

Zum Schluß dieses Kapitels noch eine Bemerkung zur Geschichte der Bewirtung.

Früher war Gastfreundschaft ohne Entgelt Regel. Die Entstehung der Wirtshäuser und Herbergen fällt mit dem Gebrauch zusammen, den Überschuß von selbstgebrautem Bier und Wein im Tausch oder gegen Entgelt abzugeben. Als Aushang wurde ein Kranz, Birken-, Weinblätter- oder Reisigbündel benutzt, dann auch der Drudenfuß, durch den dem Teufel der Eintritt verwehrt werden sollte. Herberge brauchte der Wirt nur dann zu geben, wenn er wollte. Der Gast, der über Nacht aufgenommen wurde, mußte auf der Ofenbank oder auf einem Bund Stroh schlafen. (Deutsche Gastwirtszeitung 1922, Nr. 38.)

Wenn man die Bequemlichkeit der heutigen Gasthäuser und die kulinarischen Genüsse, die heut in denselben geboten werden, mit jenen primitiven Verhältnissen vergleicht — es sei besonders auch der ausgezeichneten Verpflegung auf den großen Dampfern gedacht —, dann muß man doch sagen, daß der heutige Mensch manche angenehme Stunden der fortgeschrittenen Kultur verdankt, aber auch manche wissenschaftlich wichtigen Erkenntnisse. Hätte die Polforschung ohne die Benutzung aller Hilfsmittel für Herstellung von Dauernahrung oder die Erforschung unbekannter Hochgebirgsländer so in Angriff genommen werden können, wie es in den letzten Jahrzehnten der Fall war?

Die Bewertung der Nahrung nach Kalorien ist im Abflauen begriffen. Es kommt eben doch in erster Linie auf die Verdaulichkeit an. Nach Kißkalt (Münch. mediz. Woch. **29**, 1914) können 100 g Körpereiweiß zwar durch 100 g Fleisch- oder Milcheiweiß ersetzt werden, aber nicht durch 100 g Reis-, Kartoffel-, Erbsen-, Weizen-, Maiseiweiß.

Diese können nur 88 bzw. 70 bzw. 56 bzw. 40 bzw. 30 g Fleischeiweiß ersetzen. (Adolph Mayer, Assimilation. D. landw. Presse, 14 und 16, 1922.)

Daraus geht hervor, daß die Eiweißstoffe recht verschiedene Zusammensetzung haben müssen. Salmin (aus den Spermien des Lachses) besteht zu 90% aus einem einzigen Aminokörper, während andere aus 14 verschiedenen Baustoffen bestehen, die aber immer in sehr ungleichen Mengen vertreten sind.

Das Zeïn, der Haupteiweißstoff des Maises, ist im Gegensatz zu den Eiweißkörpern anderer Getreidearten nur für kurze Zeit ein brauchbarer Nährstoff oder muß durch andere Eiweißstoffe ergänzt werden, z. B. Kasein oder Molkeneiweiß. Daher Molkereiabfälle zu Mais ausgezeichnet für rasch wachsende Schweine. Besonders Lysin und Tryptophan bedingen ein gutes Wachstum. Leim ergänzt sehr gut die Eiweißstoffe von Weizen und Hafer. Einzelne Pflanzen sind geradezu Spezialisten in der Chemie. Nur eine Pflanze erzeugt Chinin $C_{22}H_{24}O_2N_2$; sie weiß also die Nährstoffe aus der Wurzel und die Assimilate des Blattes so zu kombinieren, daß jene bestimmte Verbindung vorwiegend gebildet wird; das erinnert an den Zauberstab der Kirke, der alle Neuankömmlinge, die in den Kreis der homerischen Hexe traten, in gleicher Weise in Schweine verwandelte oder an Hauffs Märchen vom Zwerg Nase, worin die moderne Hexe alle ihre Opfer in Eichhörnchen verzaubert.

Nur Tyrosin enthaltendes Eiweiß gibt die Reaktion mit Millons Quecksilberreagens; nur aminosäurehaltige Körper geben die Biuretreaktion. Nuklein und Albuminate sind mehr sauer, Globulin und die einfachst zusammengesetzten Proteinstoffe, die sog. Protamine, sind mehr basisch, aber alle sind das eine und das andere, nämlich amphoter. Bei Albumin, das sich gleichmäßig mit Säuren und Basen verbindet, sind beide Eigenschaften ziemlich gleichmäßig ausgebildet. Das Vorherrschen von Karboxyl oder Aminogruppen ist dabei bestimmend. In tierischem Leim fehlt das Tyrosin, in vielen Eiweißstoffen das Glykokoll, das wieder in dem Edestin des Hanfsamens vorkommt, im Zeïn des Maises das Lysin, Tryptophan und Cystin. Leim kann Fleisch nicht ersetzen (Voits Hundeversuch). Ein „komplettes Eiweiß" enthält die Sojabohne und die Hefe.

Sherman vergleicht den menschlichen Körper mit einem Explosionsmotor: Die organischen Nährstoffe bilden das Brennmaterial, das Eiweiß und ein Teil der Mineralstoffe das Baumaterial des Motors, die anderen Mineralstoffe das Schmieröl und die „Komplettine" den Zündfunken. Alle diese Stoffe sind für den Betrieb notwendig. Gemäß dem Minimumgesetz kann jeder Stoff zum bestimmenden Faktor für die ganze Entwicklung werden.

Von den „Komplettinen" oder „Ergänzungsstoffen" hat man bereits mehrere Arten festgestellt. Abderhalden hat die Bezeichnung Nutramine eingeführt, Funk spricht von „Vitaminen".

Fehlt es der Nahrung an Vitaminen, dann nutzen alle Kalorien nichts, die Verdauung ist gestört; anderseits kann durch vitaminreiche

Nahrung die Nahrungsmenge erheblich gekürzt werden, und der Erfolg ist doch gut. Bevölkerungskreise, die reichlich polierten Reis als Hauptbestandteil der Nahrung aufnehmen, verfallen leicht der Beri-Beri-Krankheit. Kinder, die man zumeist nur mit Mehlnahrung versah, litten unter sogenanntem Mehlnährschäden (Czerny), die unter Umständen zum Tode führten und dann nicht selten eine bedeutende Entartung der peripheren Nerven erkennen ließen. Besonders interessant war eine Erfahrung, die norwegische Fischer gemacht haben. Früher pflegten sie Vollbrot zu essen und sind bei dieser Nahrung immer gesund geblieben. Das später entkleiete Roggenbrot führte zu Massenerkrankungen an Beri-Beri. Besonders häufig sind solche Schädigungen auch bei schwangeren und stillenden Frauen. Die Behebung der Krankheit erfolgt bei Gebrauch einer guten gemischten vitaminreichen Nahrung (Obst, Gemüse, Fleisch, Milch, Butter). Kinder, welche von beri-beri-kranken Müttern gestillt werden, werden oft plötzlich beri-berikrank, bekommen hartnäckiges Erbrechen, Blauverfärbungen um den Mund, Atemnot, kurzen Puls, Heiserkeit, Schwellungen am Gesicht und an den Beinen. Dieses Krankheitsbild verschwindet mitunter in wenigen Stunden, wenn rechtzeitig eine gesunde Milch oder Reiskleienextrakt gegeben wird.

Skorbutepidemien kamen auf hoher See, in Hunger- und Kriegszeiten, in belagerten Städten (wie in Paris im Jahre 1871) und besonders bei Kartoffelmißernten vor. Es entsteht eine eigenartige Hautblässe, vollkommene Gleichgültigkeit, Muskellähmung und Atemnot. Die Haut wird gelblich-blaß, trocken und schuppend und zeigt an den Beinen blutunterlaufene Stellen. Das Zahnfleisch schwillt an, wird weich, dunkelrot und geschwürig. Später treten Ohnmacht, Herzschwäche und hartnäckiger blutig-seröser Durchfall ein. Als Gegenmittel gegen Skorbut haben sich frisches grünes Gemüse, wie Salat, Kohl, auch Zwiebeln, insbesondere aber Kartoffeln, Zitronen, Pomeranzen und Äpfel erwiesen, ferner rohe und kurz aufgekochte Milch, frisches Fleisch und Eier. Diese Nahrungsstoffe enthalten eine antiskorbutische Substanz, welche durch Trocknen und Sterilisieren zerstört wird. Zitronensaft hat schon Tausende von Menschenleben auf weiten Seereisen gerettet.

Während trockenes Getreide oder Hülsenfrüchte unwirksam sind, werden sie bei der Keimung wirksam. Die sog. Barlowsche Krankheit ist eine Skorbuterkrankung, die Kinder leicht befällt bei andauernder Ernährung mit hochsterilisierter Milch, mit sterilisierten Präparaten oder mit Kindermehlen als Hauptnahrung. Gegenmittel gegen diese Krankheit ist besonders gute Brustmilch, rohe oder kurz aufgekochte Kuhmilch, frisch ausgedrückter Fleischsaft und frische Vegetabilien. Besonders bewährt hat sich auch durchgesiebtes Kartoffelpüree und Gemüsebouillon. Der Hauptsitz der „Vitamine" bei dem Getreide ist die Aleuronschicht, also der Hauptbestandteil der Kleie. Bei den saftigen Vegetabilien, Obst, Gemüse, Kartoffeln, wird das Vitamin durch Trocknen oder Sterilisieren leicht zerstört. Ein Teil der „Vitamine" wird mit dem Weggießen der Brühe gekochter Nahrungsmittel entfernt.

Die „Vitamine" stellen eine noch ziemlich unbekannte Gruppe stickstoffhaltiger Körper dar. Bisher wurde nur das Beri-Berivitamin aus der Hefe und Reiskleie isoliert und seine Wirkung an beri-berikranken Vögeln sichergestellt. Gaben von einigen Milligramm unter die Haut eingespritzt, genügen, um schwerkranke Tiere zu heilen. Casimir Funk hat Hühner mit verschieden starken Gaben von poliertem Reis gefüttert: Eine Gruppe täglich mit 30 g, eine mit 10 g und eine mit 5 g. Die Beri-Berikrankheit tritt bei der ersten Gruppe zuerst ein, bei der letzten zuletzt. Das Hungern war also hier ersprießlicher als die reichliche Kost, zu deren Verarbeitung in diesem Falle nicht genügend „Vitamine" zur Verfügung standen. Bei Kindern, die mit Kuhmilch überernährt werden, tritt ein solcher Verfall aus dem gleichen Grunde ein, weil nicht genügend „Vitamin" vorhanden ist. Je größer das Quantum an gekochter Kuhmilch, desto schneller der Verfall.

Auch die Erscheinung der Pellagra ist offenbar eine Diätkrankheit, die durch das Weglassen der äußeren Schichten des Maiskornes, in der die Vitamine sitzen, erklärt wird. Sie ist zu umgehen, wenn darauf geachtet wird, daß das Maiskorn beim Mahlen keine Verluste erleidet und neben den Maisprodukten frische Vegetabilien gereicht werden.

Funk weist auch auf die in Südafrika unter dem Namen Lamziekte und in Australien, Tasmanien und Neu-Seeland unter verschiedenen anderen Namen bekannte Krankheit junger trächtiger Kühe hin, die bei anhaltender Dürre öfter auftritt und große Verluste verursacht. Er sagt darüber wörtlich: „Auch hier wird sich hoffentlich die Vitamintherapie bewähren, nämlich frisches süßes Gras, keimende Gerste, Kartoffeln, Karotten, Milch und in erster Linie gekochte Hefe." Offenbar ist bei trächtigen oder milchenden Tieren der Vitaminbedarf besonders groß. (Aus „Die Naturwissenschaften", Heft 6, 1914.)

Die Fütterung der Tiere mit Kartoffeln und Nährhefe, welche bereits zu so guten Erfolgen geführt hat, verdankt letztere nach den gemachten Mitteilungen offenbar den Vitaminen, welche gerade in ihnen reichlich vertreten sind. Insonderheit dürften die nicht gekochten und nicht bei zu hoher Temperatur getrockneten Produkte dieser Art oder die gesäuerten Kartoffeln besonders gut ihren Zweck als Lieferanten von „Vitamin" erfüllen. Es müßten allerdings bezüglich der Erhaltung des „Vitamins" in sauren Medien noch Untersuchungen angestellt werden. Die Bedeutung der Kleie für die Ernährung ist übrigens im Volk schon immer geahnt worden. Verf. hat auf einer Reise durch Dalmatien, Bosnien und die Herzegowina wiederholt zu hören bekommen, daß der einfache Mann dort stets das Brot bevorzugt, bei dessen Herstellung die Körner zwischen Steinen gemahlen wurden; Brot aus in Kunstmühlen hergestellten Mehlen hält er für minderwertig.

Als besonders vitaminhaltig sind befunden: Hefe, Kleie, Bohnen, Linsen, Fleisch und Eidotter. Von Fetten sind Milchfett, Lebertran, Eieröl hochwertig, Rindertalg, Oleomargarine, Palmöl, Rüböl geringerwertig, Schweineschmalz, Mandelöl, Olivenöl, Kokosfett, Baumwollsamenöl, Pflanzenmargarine geringwertig. Lebertran, besonders roher,

nicht zu sehr ausgefaulter, kann 250mal so wirksam sein wie Butter. Leider geht es bei der Gewinnung des Lebertrans nicht besonders sauber zu. Man wirft die Lebern in eine große Tonne, die bald durch einen gräßlichen Gestank die ganze Umgebung verpestet. Butter von Grünfutter ist vitaminreicher als die von Trockenfutter. (H. Aron, Z. d. Öl- u. Fettindustrie 1921, S. 682.)

Avitaminosen sind bei dem einen Tier durch Fleischsäfte, bei anderen wieder durch Hefe oder Kleie prompt zu heilen. Also gibt es verschiedene Vitamine. Hungererscheinungen sind ganz anderer Art als diejenigen beim Fehlen des Vitamins. Sehr bemerkenswert ist, daß die Hefe, die Reis-Avitaminose bei Tauben heilt und sofort die Intensität des Atmungsprozesses hebt, Substanzen enthält, welche die alkoholische Gärung beschleunigen. (Hagemann, Chem. Ztg. 1079.) Die verschiedenen Vitamine zeigen recht verschiedenes Verhalten. Die einen vertragen hohe Temperatur, Säuren, Trockenheit, die anderen nicht. Frisches Grünmalz ist vitaminreich, getrocknetes vitaminarm. Getrocknete Hefe ist noch wirksam.

In der Milch hat man nach Thomas mindestens drei verschiedene Vitamine anzunehmen, ein fettlösliches A, ein wasserlösliches B und ein Vitamin C, das ebenfalls wasserlöslich, aber gegen hohe Temperaturen sehr empfindlich ist und das eigentliche antiskorbutische Agens darstellt. C ist im Sommer bei Grünfutter in der Milch reichlicher vorhanden als im Winter bei Trockenfutter. (Z. f. angew. Chemie 1921, 1605.)

Neuerdings hat man noch ein Komplettin D aufgestellt, das im Gegensatz zu den Funkschen Vitaminen stickstofffrei sein soll. Es ist im Getreidekeimling reichlich vorhanden und auch wasserlöslich. Das Kapitel über die Vitamine ist noch nicht zufriedenstellend erledigt. Wer sich eingehender darüber orientieren will, sei auf folgende Broschüren verwiesen: Willy Weitzel, die neuentdeckten lebenswichtigen Nährstoffe, Vitamine. München 1921. Otto Gmelin. Verlag der ärztlichen Rundschau. W. Küster. Der Mensch und die Hefe. Stuttgart 1923. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft. Ragnar Berg: Über Vitamine. Naturwiss. Umschau der Chemiker Zeitung 1923, XII. 5/6.

Man hat sich neuerdings zu der Annahme gezwungen gesehen, daß Hefen die lebenswichtigen Vitamine nicht selbst erzeugen, sondern diese nur gewissen Nährlösungen entnehmen. In gekochter Bierwürze sind Vitamine nicht vorhanden; wenn nun Hefe trotzdem in ihr sehr vitaminreich wird, so führt man das zurück auf eine Regeneration der in der Würze zuerst enthalten gewesenen, durch das Kochen aber etwas abgebauten Vitamine. In vitaminfreien Nährlösungen mit Zucker und Ammoniaksalzen soll die Vitaminsynthese nicht zustande kommen. Also die einfachen Bausteine genügen nicht dazu. Die Hefe nimmt also kompliziertere Verbindungen in sich auf. Abderhalden hat mit synthetisch gewonnenen oder aus abgebautem Eiweiß rein hergestellten Aminosäuren und Glukose, Glyzerin, Fettsäuren und Mineralstoffen Fütterungsversuche angestellt; er fand, daß sich der Mangel an „Nutraminen“ sehr bald durch Gewichtsabnahme geltend machte, durch

kleine Mengen Hefe, Butter, Lebertran, Rüböl, Kleie aber wieder behoben wurde. Namentlich bei wachsenden Tieren sind solche Zusätze erforderlich, sonst unterbleibt das Wachstum. Auch er fand l-Tryptophan und l-Cystin völlig unersetzbar. l-Tyrosin und l-Phenylalanin können wohl einzeln, aber nicht insgesamt entbehrt werden; diese beiden Aminosäuren können sich also gegenseitig ersetzen. Lysin, Arginin, Histidin sind nicht ersetzbar. Norleucin und Isoleucin scheinen durch Leucin-α-Aminoisobutylessigsäure ersetzbar zu sein. Das Fehlen der gesamten Monoaminosäuren bedingt Gewichtsverlust. Asparagin und Glutaminsäure sind nicht ersetzbar, wohl aber Glutamin, Alanin und Oxyglutaminsäure. Glykokoll kann ganz bestimmt neu gebildet werden. Purin- und Pyrimidinbasen und Cholesterin konnten fehlen. (Pflügers Archiv d. Physiol. 195, 199—226.) Nach Bornstein hat geistige Arbeit einen Phosphorabbau im Gehirn im Gefolge und das Auftreten von mehr Phosphorsäure im Blut. Ersatz am besten durch Genuß von Käse, der dem Fleisch noch vorzuziehen sei. Kestner ist für Fleisch wegen seines hohen Sättigungswertes und der guten Wirkung auf die Magensekretion. Bei der geistigen Arbeit ist eine geringe Zunahme des Sauerstoffverbrauches und der Kohlensäureabscheidung gegenüber völliger Ruhe nachweisbar.

Man hat auch die Biosfrage mit der Vitaminfrage verknüpfen wollen. Als man versuchte, Bierhefe in gezuckerter mineralischer Nährlösung mit Ammonsalzen als Stickstoffquelle zu züchten bei geringer Zellenaussaat, mißlang der Versuch in vielen Fällen (Liebig, Wildiers und andere), während er Pasteur geglückt war. Zusatz von wenig Hefenextrakt brachte aber die Zellvermehrung in Gang: Also sollte in diesem eine lebenerweckende Substanz sein, die man „Bios" nannte. Verf. hat gezeigt, daß der Erfolg der Versuche abhängig ist von der Gegenwart oder dem Fehlen von Sauerstoff und der Art des Organismus, ob er ein Fettbildner ist oder nicht.

Eijkman, van Hoogenhuize und Derks züchteten Saccharomyces auf vitaminfreien Nährböden, erzielten mit ihnen jedoch keine antineuritische Wirkung. Die Hefezelle entnimmt daher die Vitamine dem Nährboden, synthetisiert sie also nicht, sondern regeneriert nur den durch Hitze denaturierten antineuritischen Faktor. Letzterer ist nicht identisch mit der das Wachstum fördernden in Wasser löslichen Substanz B. (Journ. biol. Chemie 50, 311—314, 1922, Utrecht.)

Fettbildner vermögen Zucker beziehungsweise den daraus gebildeten Alkohol bei Sauerstoffgegenwart sehr schnell zu Fett zu synthetisieren und das Fett in großen Mengen aufzuspeichern. Dabei vergißt die Zelle zu wachsen, und wenn sie erst tüchtig verfettet ist, kann sie dies überhaupt nicht mehr. Das Warum ist hier noch zu ermitteln.

So erklärt sich der Nichterfolg bei den meisten Versuchen mit geringer Zellenaussaat. Wo diese reichlich war, konnte die Gärung und Kohlensäurebildung schnell einsetzen und etwa vorhandenen Sauerstoff abdrängen und unschädlich machen, bzw. nur noch zur Zellvermehrung

verwerten. Auf die einzelne Zelle kam dann eben nicht mehr so viel Sauerstoff, als zur Fettsynthese nötig.

Durch die Lösung des Biosproblems ist die paradox erscheinende Tatsache, daß so gute Nährstoffe für die Hefenzelle, wie es Zucker und Alkohol sind, das Wachstum derselben unterdrücken sollte, geklärt.

Noch auf anderem Gebiet ist in gleichem Sinne eine Aufklärung zu erwarten, Es finden sich Angaben, daß für viele Bakterien Zucker giftig sein solle. Jedenfalls handelt es sich hier ebensowenig um eine Giftwirkung wie bei der Hefe, sondern um eine Verfettung. Zur Biosfrage vgl. Lindner, Z. f. techn. Biologie 1919, Bd. 7, 1/2. Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. 1919, Bd. 37. Nachdem Verf. bei Hunderten von Hefen- und Pilzarten festgestellt, daß sie Alkohol assimilieren und, sofern sie Fettbildner sind, ihn zu Fett synthetisieren können, muß die Redensart von dem „ausgesprochenen Zellgift" Alkohol — sogar Abderhalden gebraucht ihn noch in der neuesten Auflage seines Lehrbuchs der physiologischen Chemie in Unkenntnis aller der Alkoholassimilationsversuche, die Verf. seit 1911 veröffentlicht — verschwinden. Alkohol ist ein sehr brauchbarer Nährstoff für pflanzliche Zellen, und im tierischen Körper bedingt seine Gegenwart die Schonung anderer wertvoller Stoffe, wie des Zuckers und Eiweißes. Der Alkohol braucht nicht wie andere Nährstoffe die Kontrollstation des Körpers, die Leber, zu passieren, sondern findet schon vom Magen aus den Weg ins Blut, für dessen richtige Zusammensetzung sonst die Leber die Verantwortung übernimmt. (Vgl. Deckert: „Der siegreiche Zellenstaat". Kosmos Verlag, Stuttgart.)

31. Nahrungsgifte.

Sowohl bei dem Gebrauch von Nahrungs- und Genußmitteln laufen gewisse Stoffe unter, die unter Umständen als Gifte anzusprechen sind, an die sich aber der Körper bis zu einem gewissen Grade gewöhnen kann, so zwar, daß ihr Fehlen ihm Unbehagen verursacht oder wie eine Vergiftung wirkt. Gewöhnen an Alkohol, Tabak, Morphium, Fliegenpilzgift, Haschisch u. dgl.! Die Ziege und das Kaninchen vertragen mehr Morphium als der Mensch; eine Ziege frißt Blätter und Blüten vom Goldregen und bleibt gesund, während der Mensch von der gleichen Menge Giftstoff erledigt wäre. Der Igel ist gegen Blausäure und Schlangengift immun, Schnecken fressen unbeschadet die Strychnin führenden Blätter von der Brechnuß (Strychnos). Insekten vertragen die stärksten Herzgifte, ein Käferchen lebt von Blättern und Früchten der Tollkirsche. Nahrungsmittel liefern dem Körper Spannkräfte, Gifte gleichen eher dem Funken, der ins Pulverfaß fällt oder dem Wasserstrahl, welcher den Pulverbrand löscht. Kleine Giftmengen wirken anregend, beschleunigen Stoffwechsel, Atmung usw. Durch Alkohol- und Ätherdämpfe bringen die Gärtner in den Gewächshäusern viele Pflanzen aus ihrer Winterruhe und frühzeitig zum Blühen.

Merkwürdig ist die Tatsache, daß manche Lösungen fluoreszierender Körper bei Licht auf Wassertiere giftig wirken, nicht so bei Nacht.

Hellfarbige Schafe und Schweine erkranken an besonders hellen Tagen nach Genuß von Buchweizen. Die Gallenflüssigkeit, im Licht mit roten Blutkörperchen zusammengebracht, löst diese auf; mit Diphtherie- und Tetanustoxin zusammengebracht, macht sie diese unwirksam. Im Dunkeln findet solches nicht statt.

Bei Anwesenheit gewisser Farbstoffe können im Licht aber auch Schutzstoffe, die der Körper selbst erzeugt hat, wirkungslos werden.

Chinesen gebrauchen Rizinusöl zur Bereitung ihrer Speisen und haben sich an den Genuß des giftigen Rizins gewöhnt, während dem daran ungewöhnten Europäer solche Speisen schlecht bekommen. Effront hat Hefe an große Mengen Flußsäure gewöhnt und dabei ihre Gärkraft erheblich gesteigert.

Manche Giftbeeren wirken auf einen ausgehungerten Menschen stärker giftig als auf gut genährte, bei Phosphorvergiftung ist das Umgekehrte der Fall. Bei der Zuckerkrankheit vermag der Körper den Traubenzucker nicht genügend zu verbrennen, und seine Ausscheidung durch die Nieren schützt das Blut vor einer schädlichen Zuckerüberschwemmung. Fruchtzucker wird aber von demselben Kranken anstandslos verbrannt. I. de Goff (C. rend. 1911, Nr. 25) wies darauf hin, daß durch übermäßigen Zuckergenuß in Frankreich (1890 wurden 468 Mill. Kilogramm Zucker verbraucht gegen 48 Mill. Kilogramm im Jahre 1920) die Zuckerkrankheit erheblich zugenommen hat.

Er gab 22 völlig gesunden Personen, die niemals zuckerkrank waren, morgens 8 Uhr 100 g Zucker in Wasser gelöst und untersuchte nach 4 Stunden den Urin und prüfte auf Zucker und Saccharose. Bei einem Rentier fand er 6,75 Glukose, 1,40 Saccharose,

,,	Bankier	,,	,, 10	,,	7,91	,,
,,	Polizist	,,	,, 4,17	,,	2,90	,,
,,	Chemiker	,,	,, 3,33	,,	2,49	,,
,,	Rentier	,,	,, 1,27	,,	1,20	,,

Tollens und Braisch fanden in normalem Urin nur 0,03 bis 0,09 Zucker.

In Anbetracht dieser Zahlen erscheint es ziemlich wahrscheinlich, daß dauernder Zuckergenuß zur Zuckerkrankheit führt.

Gelangt Hefe in die Blase mit zuckerreichem Harn, so gärt es in ihr. (Pneumurie.) Die Hefe ist schwer zu entfernen, und unterliegen die Kranken einer dauernden unfreiwilligen Alkoholeinwirkung.

Verschlimmert wird der Zustand Zuckerkranker durch Bildung von Azetonkörpern, die der Körper anfangs durch vermehrte Ammoniakbildung, wenn auch meist vergeblich, auszugleichen sucht. Im Muskel, der einem lebenden Tier entnommen, tritt nach einiger Zeit neben Alkohol auch Aceton auf; während jener aber verhältnismäßig schnell wieder verbrannt wird und verschwindet, bleibt Azeton länger darin. Die Entgiftung besorgt der Körper bald durch Oxydation oder eine durch diese vorbereitete Paarung des Giftstoffes mit Schwefelsäure, Glukuronsäure. Das gepaarte Produkt ist in der Regel weniger giftig als das ungepaarte und beständiger. Auch durch Spaltung des Gift-

moleküls wird die Entgiftung versucht; Schlangengift wird im Darm sehr schnell in ungiftige Stoffe verwandelt.

Zwei ungiftige Komplexe können durch ihre Vereinigung ein starkes Gift ergeben; so kommen Atropin, Kokain, Akonitin zustande. Das giftige Phenol wird durch Anlagerung der Säuregruppe zur weniger giftigen Salicylsäure, durch Chlor- und Bromanlagerungen übt es narkotische Wirkungen aus. Durch die Hydroxylgruppe wird das unwirksame Äthan zum berauschenden Alkohol. Das im Hühnerdotter, in der Galle und im Gehirn reichlich vorkommende Cholin wird durch bloße Oxydation in Muskarin, das starke Gift des Fliegenpilzes, übergeführt. $^1/_2$ Pfund Kochsalz, auf einmal genommen, wirkt tödlich. Zucker, in größerer Menge Kaninchen verabfolgt, erzeugt den Star in der Augenlinse infolge der Wasserentziehung. Ein künstlich zusammengesetztes Meereswasser ohne Kochsalz wirkt auf Flohkrebse ebenso giftig wie destilliertes Wasser oder wie Kochsalzlösung allein. Die Giftwirkung der letzteren verschwand erst nach Zugabe von Chlorkali und Chlorkalzium. Magnesiumsalze wirken giftig, wenn nicht gleichzeitig Kalksalze zu einem gewissen Prozentsatz beigemischt werden. Injektion von Kochsalz in die Blutbahn bewirkt Zuckerausscheidung im Harn; dieselbe unterbleibt nach Zugabe von Kalziumchlorid. Reine Roggenfütterung, ebenso reine Wickenfütterung wirkt bei Schweinen giftig, ausschließliche Verfütterung von Erdnußkuchen tötet unter Umständen Rinder und Pferde. Die Eibe (Taxus baccata) enthält in den Blättern außer Ameisensäure ein giftiges Alkaloid, das Taxin, welches das Nervensystem schädigt und die Tiere durch Lähmung des Atmungszentrums tötet. Ameisensäure bewirkt Darm- und Schleimhautentzündungen. Schon 180 bis 200 Nadeln haben genügt, um ein Pferd und Schaf zu töten. Taxushecken sind demnach gefährlich. Hasen und Rehe sind gegen das Gift widerstandsfähiger. Pferde, die eine am Rande eines Feldes stehende Eibe zum Teil kahlgefressen hatten, verendeten plötzlich wie vom Schlage getroffen. (Märk. Landwirt 1922, Nr. 8. Dr. Weerth.)

Somit ist ersichtlich, wie schwer oft eine Grenze zwischen Gift und Nahrungsmitteln zu ziehen ist. (Nach einer Zusammenstellung von Viktor Grafe-Wien in Tageszeitung für Brauerei 1911, Nr. 14—16.)

Nicht nur der Mensch, auch die Tiere haben sich ihre Nahrung verdaulich zu machen verstanden.

Doflein gibt an, daß eine Ameisenart Aphaenogaster barbarus Grassamen an feuchten Stellen ihrer Höhlgänge einlagert, um sie da zum Keimen zu bringen. Die jungen Keimlinge werden dann von ihnen als Leckerbissen abgeknabbert. Hunde, welche mit bakterienarmer Nahrung, gekochtem Reis, Hundekuchen vorwiegend ernährt werden, suchen sich mit Vorliebe menschliche Fäkalien oder auch solche von anderen Tieren auf und verzehren sie. Bekannt ist, wie die Eskimohunde die menschlichen Fäkalien, die außerhalb der Hütten oder Erdbehausungen der Eskimos abgesetzt werden, gierig verschlingen und die Menschen nicht selten selbst anfallen, die ihnen nur in aufrechter, aber nicht in kauernder Stellung Respekt einflößen.

Von Affen in zoologischen Gärten weiß man, daß sie zwischendurch auch ihren eigenen Kot verzehren, wohl weniger aus geschmacklichen Gründen, als aus Gründen der Bekömmlichkeit und der besseren Verdauung. Daß Bakterien zur Verdauung unentbehrlich sind, dürfte heut als ausgemacht gelten, wenn es auch Nutall und Thierfelder gelang, durch einen Kaiserschnitt aus einem trächtigen Meerschweinchen befreite Junge durch Verabreichung steriler Milch und steriler Keks acht Tage lang am Leben und gleichzeitig den Darm der Tiere keimfrei zu erhalten. Aber da wurde vorwiegend tierische Nahrung geboten. Bei steril ausgebrüteten Hühnern gingen in dem Versuch von Schottelius die steril gefütterten Tiere zugrunde. Sobald aber dem sterilen Futter Bakterien aus Hühnermist zugesetzt wurden, erholten sich die Tiere und nahmen an Gewicht zu.

Larven der Knoblauchskröte konnten 35 Tage von Moro steril gehalten werden, blieben aber zurück gegenüber den im Wasser mit den Fäzes des Muttertieres aufgewachsenen. W. Henneberg nimmt an, daß größere Tiere aus der Wildnis in zoologischen Gärten nicht gedeihen, weil ihnen die Boden- oder Fäkalbakterien der heimatlichen Erde fehlen.

Die Fäkalbakterien spielen eine nicht geringe Rolle bei der Bereitung des Leders, die bei der Bedeutung des Schuhwerkes hier kurz besprochen werden mag.

32. Gerberei.

Leder ist gegerbte Lederhaut, von der (Corium), Epidermis und Unterhautzellgewebe entfernt werden mußten; letzteres mechanisch mit Messern entweder im Handbetrieb oder indem die Haut durch zwei Walzen läuft, deren eine mit spiralig angeordneten scharfen Messern versehen ist und rasch rotiert. Die Epidermis besteht aus der Hornschicht und Schleimschicht; diese ist eine Art Kambiumschicht, die nach außen immer neue Zellagen abschiebt; sie ist durch Fäulnis aufzulösen, was in sog. Schwitzkammern geschieht, in denen die in Wasser geweichten Häute nebeneinander aufgehängt werden, bis sich die Oberhaut mit den Haaren durch den Druck des Fingers entfernen läßt. Nun werden die Häute in kaltem Wasser enthaart mit Hilfe von Kalkmilch, der Schwefelnatrium, Schwefelkalzium oder Soda zugesetzt waren.

Die Häute werden in große Geschirre eingehängt oder eingelegt, mit diesen „Äscherbrühen" bearbeitet oder sie werden auf der Fleischseite mit einer Lösung oder einem Brei der genannten Stoffe bestrichen („angeschmödet") und nach erfolgter Haarlockerung von der gesamten Oberhaut befreit.

Die Zerstörung der Schleimschicht wird neuerdings auch durch die Einwirkung der Fermente der Bauchspeicheldrüse (Trypsin) auf alkalisch gequollene Haut unter Zusatz von antiseptischen Mitteln bewirkt.

Für Sohlleder strebt man einen starken Schwellungsgrad der Häute an, während man solchen für Ober- und Feinleder vermeidet, bzw.

durch besondere Beizen verringert. Die Weichheit und Zügigkeit des fertigen Leders ist vom Verlauf des Beizens sehr abhängig und wurde früher durch warme, fermentierte Mistbrühen (wässerige Auszüge von getrocknetem Hund-, Hühner- und Taubenmist) hervorgerufen, heut durch bakterielle oder enzymatische Einwirkungen. Es handelt sich dabei hauptsächlich um die Entfernung der Kalkreste und eine teilweise Auflösung der elastischen Fasern im Narbengewebe. Nicht die Elastizität, sondern die leichte Verschiebbarkeit der Fasern scheint ausschlaggebend zu sein. Außer Mistbeizen kommen gesäuerte Kleiebeizen zur Anwendung, welche Kalk lösen und durch Gasbildung (Kohlensäure und Wasserstoff) lockern. Erst so zugerichtete Häute („Blößen") sind zur Gerbung geeignet.

Diese geschieht entweder mit pflanzlichen Gerbbrühen oder durch Chromgerbung; letztere dient hauptsächlich zur Herstellung des Schuhoberleders. Basisches Chromsulfat wird im Faß oder Haspel zu den Häuten gegeben beim sog. Einbadverfahren. Das Zweibadverfahren erfordert Vorbehandlung mit Chromsäurelösung und Nachbehandlung mit reduzierenden Brühen (zumeist Thiosulfat und Salzsäure). Alaungerbung für Handschuhleder; Alaun ist aber leicht herauszuwaschen, während Chromleder waschbeständig ist. Eskimos und andere Völker haben die Tran- bzw. Fettgerbung noch bis heut beibehalten. Sämischleder entsteht durch Einwalken von Tranen in die von den Narben befreiten Hautblößen, ist gegen heißes und kaltes Wasser beständig; lebhafte Oxydation der ungesättigten Fettsäuren während der Walkoperationen.

Seit 1911 wird von der Badischen Anilin- und Sodafabrik auf synthetisch herstellbare Gerbstoffe gefahndet. In Darmstadt und Dresden hat man Forschungsinstitute gegründet zum Studium der Ledergewinnung. (Aus „Die Naturwissenschaften" 1922, Heft 8.)

33. Fasergewinnung. Neuere Erkenntnisse im Röstverfahren.

Das Wesen der Röste oder Rötte besteht in der Auflösung der Mittellamellen derjenigen Gewebe, in denen Pflanzenfasern verlaufen. Die Mittellamelle oder Zwischenzellsubstanz besteht wesentlich aus Kalkverbindungen der Pektinstoffe, die von Kohlehydraten sich ableiten; ihre Auflösung macht die Faserstränge frei. Will man auch die Faserstränge oder -bündel in die einzelnen Fasern aufteilen (kottonisieren), so muß die Rötte länger ausgedehnt werden, denn deren Zwischenlamellen sind infolge einer Verholzung widerstandsfähiger. Für die Auflösung der Pektinverbindungen kommen chemische oder biologische Mittel zur Anwendung. Bei der Bauerschen Rötte behandelt man die Pflanzen zunächst mit Säuren, um den Kalk aus der Pektinverbindung wegzuführen, dann mit Alkalien, mit denen das zurückgebliebene Pektin eine Lösung gibt. Auch durch Kochen mit Alkalien, Seife u. dgl., selbst durch Überhitzen mit Wasser unter Druck kann der gleiche Erfolg erreicht werden. Die ältere Methode der Rötte bedient sich solcher Mikro-

organismen, die die Pektinstoffe vergären und dann zur Lösung bringen, wenn die Pflanzen in Wasser gehalten werden (Warm- und Kaltwasserrötte) oder der Wirkung des Taus (Taurösten) ausgesetzt werden. In letzterem Falle sind nicht Bakterien, sondern Schimmelpilze die Pektinverzehrer. Nach Fellenberg (Biochem. Zeitschr. 1918, Bd. 85) entstehen die Pektinstoffe durch Verkuppelung von zwei Molekeln Arabinose, ein Methylpentose, ein Galaktose und acht Galakturonsäuremethylester. Die allgemeine Formel wäre demnach

$$(C_5H_8O_4)_2\,(C_6H_{10}O_5)_2\,C_5H_7O_4\,(CO_2CH_3)_n\,(CO_2H)_{8-n},$$

wo n jede Zahl wischen 0—8 bedeuten kann. Durch das Enzym Pektase wird das Pektin in Pektinsäure und Methylalkohol gespalten.

Bezüglich der Mikroben gibt ein zusammenfassender Aufsatz von Rossi über „Das gewerbsmäßige mikrobiologische Rösten der Gespinnstpflanzen" in Intern. agrartechn. Rundschau 1916, VII., 365ff., Aufschluß. Rossi selbst hat einen aeroben sporenbildenden Bazillus, den Bacillus Comesii als Pektinvergärer in die Technik eingeführt. Nach Zusatz der Reinkultur bei 28—35° wird dauernd Luft durch die röstende Masse geleitet und dadurch das Aufkommen schädlicher, Zellulose zersetzender Erreger unterdrückt. Der Bazillus arbeitet schnell, erzeugt keine üblen Gerüche und liefert keine der Fischerei abträglichen Abwässer. Brucks benutzte zur Röste von Hanf und Flachs in Süditalien eine luftscheue Bakterie und arbeitet bei Luftabschluß.

Nach Carbone ist der Bacillus Comesii Rossi identisch mit dem Bacillus asterosporus (A. Meyer) Mig., dessen Fähigkeit, Hanf und Flachs zu rösten, bereits Behrens erwiesen hat. Leider bleiben bei der Rossischen Röste an der gerösteten Faser grüne Teile der Rinde haften, deren Entfernung besondere Maschinen zum Spülen der Faser mit Wasser erfordert. Carbone fand in mehreren ländlichen Röstereien einen obligat aeroben Bazillus, B. felsineus, den er zusammen mit Hefen bei 37° in der Hanfröste wirken ließ. Nach $2^1/_2$ Jahren ist die Röste beendet, die Fasern lassen sich vollständig von Holz und Rinde befreien und zerteilen sich leicht. Außer für Hanf eignet sich der B. felsineus auch für Flachs, Maulbeerbaum, Ramie, Brennessel, Ginster, Malvaceen, Fourcroya, Sanseviera, Agaven. Das Verfahren von Feuillette arbeitet ohne Reinkulturen, sucht dafür die Bedingungen für die Entwicklung der Pektinvergärer möglichst günstig zu gestalten, ähnlich wie Beijerinck und van Delden es angestrebt haben.

Rossi meint, die chemischen Verfahren schwächten zu sehr die Faser. Penfaillet behandelt Flachsstroh mit überhitztem Wasser und Schwerpetroleum unter Druck und erhält als Nebenprodukt einen Gummi, dessen Verkauf einen Teil der Unkosten deckt. Die Isolierung der Fasern auf mechanischem Wege spielt nur noch bei primitiven Völkern eine größere Rolle. So werden die Fasern von Fourcroya, Musa textilis, Triumfella semitriloba und Mannisphyton africanum gewonnen. (Deutsche Faserstoffe und Spinnpflanzen, Märzheft 1921.)

34. Verdauungsvorgänge beim Pflanzenfresser.

Eine rein vegetarische Lebensweise führt er zwar, allerdings nur äußerlich, denn wie Schuberg, Eberlein, Braune u. a. gezeigt haben, entwickelt sich im Pansen der Wiederkäuer eine recht bunte Fauna von Infusorien, die z. T. dem Pansen so eng angepaßt sind, daß sie außerhalb desselben gar nicht gezüchtet werden können. Um den spinatartigen Brei ordentlich durchwühlen zu können, sind manche dieser Infusorien mit richtigen Bohreinrichtungen versehen; dafür haben sie das Schwimmvermögen völlig eingebüßt. Ihr Leben ist nur von kurzer Dauer; sofern sie mit dem Nahrungsbrei in die folgenden Magenabteilungen (Netz-, Blätter-, Labmagen) gelangen, werden sie restlos verdaut als Fleischkost; denn im Kot der Tiere ist nichts mehr von ihnen aufzufinden.

Wie hier Infusorien und Zellulosebakterien die Verarbeitung der Pflanzenstoffe dem Wiederkäuer erleichtern, so geschieht ähnliches durch Pilze bei den Blattschneiderameisen, die das gekaute Blatt nicht als solches fressen, sondern die darauf wuchernden Pilze oder bei den Bohrkäfern im Holz, in deren Exkrementen Pilze aufkommen, und das benachbarte Holz durchsetzend, die wertvollen Bestandteile desselben in den Bohrgängen wieder in Form von Pilzsporen u. dgl. dem Bohrkäfer als Nahrung darbieten. In Schnecken besorgt eine Zellulase den Abbau der Zellulose zu Zucker. Im Wiederkäuermagen kommen meist anaerobe Bakterien zur Wirkung. Milchsäurebakterien liefern aus Zucker Milchsäure, Buttersäurebakterien Buttersäure und Wasserstoff, andere Mikroben, die auch Stärke und Zellulose angreifen, machen daraus flüchtige Fettsäuren, von der Essig- bis Kapronsäure neben Kohlensäure, Wasserstoff oder Methan oder spalten Eiweißkörper und deren Abbauprodukte in Ammoniak, Fettsäuren, Alkohol, Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff auf. Letzterer stammt aus dem schwefelhaltigen Atomkomplex des Eiweißes, dem Cystin. Ammoniak wird zumeist zu Harnstoff synthetisiert und als solcher von Bakterien des Darmes bereits assimiliert oder durch die Nieren ausgeschieden.

Während der Magengärung im Pansen läuft andauernd alkalischer Speichel (mit 0,7% Soda) zu, der die entstandenen Fettsäuren neutralisiert. Ein erwachsenes Rind sondert bei Heufütterung in 24 Stunden über 50 kg Speichel mit 350 g Alkalikarbonat ab. Die fettsauren Salze werden später im Blut oxydiert zu Alkalikarbonat, das wieder in den Speichel geht.

Der im Blättermagen zusammengepreßte Brei gelangt in den Labmagen, der ausgepreßte Saft geht wieder in den Pansen. Im Labmagen wird Salzsäure ausgeschieden für die Eiweißverdauung und Labenzym (namentlich beim säugenden Kalb). Der Verlust an Energie bei der Gärung der Kohlehydrate durch unbenutzt abgehende brennbare Gase und Wärme beträgt 10—15% ihres Brennwertes. Im ganzen wird über die Hälfte der Energie der Nahrung für die Lebensprozesse des Tieres verbraucht. Der Rest wird als Fleisch oder Fett oder Milch gespeichert.

35. Mikrobenhilfe bei der menschlichen Ernährung.

Solange wir Menschen nicht Heu, Stroh, Gras verdauen oder durch chemische Prozesse verdaulich machen können, müssen wir den Pflanzenfressern diese Stoffe überlassen. (Das Aufschließen von Stroh durch Erhitzen mit Lauge geschieht schon.) Nach Rubner (Arch. f. Anat. u. Phys. [Waldeyer-Rubner] Physiol. Abt. 1918, 53—134) ist die Resorption der Zellulose beim Menschen gering, höchstens 5,3% der Gesamtnahrung. Pentosane werden am besten bei Obst und Gemüse ausgenützt. Die Restsubstanz enthält wesentlich Lignin, das zu 60% verdaulich ist. Unter günstigsten Verhältnissen liefert Weizen 3,8% Kalorien in den Stoffwechselprodukten, Obst und Gemüse 42,6%. Relativ sehr hoch ist bei der vegetabilischen Kost der Stickstoffverlust im Kot.

Bei feinem Weizenmehl N-verlust im Kot nur	6,10%,
„ Wirsing	25,30%,
„ Weizen, 95%ige Ausmahlung	30,47%,
„ Roggen, 94%ige Ausmahlung	39,30%,
„ Mohrrüben	38,90%,
„ Kohlrüben	65,10%,
„ Äpfeln	131,60%.

Bei Äpfeln also im Kot mehr N, als zugeführt war. Die hohe Resorption des Proteins bei Wirsing und Mohrrüben wird durch den starken Verlust an Stoffwechsel-N ausgeglichen. Weizen wird am besten resorbiert, dann Gerste, dann Roggen.

Während des Krieges wurde unser Brot durch die Kleie gestreckt und letztere dem Tier entzogen. Wir konnten die Aleuronzellen nicht verdauen, sie wurden zumeist unversehrt wieder ausgeschieden. Die Pflanzenfresser hätten daraus Eiweiß, Fett und Zellulose verwerten und zu Fleisch und Milch verarbeiten können. Auch durch die verminderte Belieferung der Brauereien und Brennereien mit Rohfrucht wurden große Mengen Biertreber und Schlempe der Tierhaltung und somit der Fleisch- und Milchproduktion entzogen.

Während des Krieges hat man vielfach die Futterhefe, die nach dem Lüftungsverfahren aus Melasse und Ammonsalzen hergestellt und getrocknet wurde, Tieren verabreicht mit gutem Erfolg, da Hefe leicht verdaulich ist. Vor dem Kriege hat man, als Bierhefe noch genügend zur Verfügung stand, diese auch roh verfüttert mit dem Erfolg einer größeren Milchproduktion von besserer Qualität und einer Gesunderhaltung des Viehs vor Infektionskrankheiten. Trockenhefe hat auch gegen Maul- und Klauenseuche sich bewährt.

Selbst Menschen wurden bei Magen- und Darmkrankheiten mit Hefe behandelt, bis 75 g gepreßter Bierhefe täglich. Es kommen dabei die in der Hefe wirksamen Enzyme bei der Verdauung ähnlich zur Geltung, wie bei der Fischzucht die in den kleinen Beutetieren, kleinen Krebsen u. dgl. vorhandenen Enzyme, die die Tätigkeit des Fischdarmes

entlasten. Für die Körnerfresser, bei denen im Kropf lange Zeit die Körner verbleiben, gilt ähnliches.

Statt Hefe werden auch Milchsäurebakterienpräparate in den Darm eingeführt, um die Verdauung in normale gesunde Bahnen zu leiten und die namentlich durch die Colibakterien eingeleiteten Störungen zu mindern. Metschnikoff glaubt, daß dadurch die Lebensdauer des Menschen erhöht wird; er stützt sich dabei auf die Erfahrungen der in Bulgarien von Yoghurt, einer mit Milchsäurebakterien (Bacillus bulgaricus) gesäuerten Milch, hauptsächlich lebenden und zumeist ein hohes Alter erreichenden Hirten. Yoghurt wird daher vielfach begehrt und sachgemäß hergestellt.

Während die Milchsäurebakterien das Eiweiß schonen und verdaulich machen, spaltet das Bacterium coli die Eiweißstoffe auf unter Bildung von reichlichen Mengen Indol, Skatol, Schwefelwasserstoff, Merkaptan, die alle übelriechen und mehr oder weniger giftig sind.

Ähnlich wie Yoghurt wirkt auch Kefirmilch, die jedoch neben Milchsäurebakterien noch Hefen enthält und daher Alkohol bildet. Die berauschende Alkoholwirkung kommt hier aber selbst bei Zugabe von Kognak u. dgl. zum Kefir nicht zum Vorschein, da das Fett der Milch den Alkohol aufnimmt und ihn nicht vorzeitig schon im Magen abgibt. Im Darm wird der Alkohol dann assimiliert, sei es von den Darmbakterien oder von der Darmwandung, so daß in den Exkrementen davon nichts mehr nachweisbar, ähnlich wie bei dem Genuß von Schmalz, dem neuerdings zur Streckung ein Zusatz von fettsaurem Äthylester gegeben wird. Wie die Milch vor dem Genuß besondere Zubereitung erfuhr, so auch andere zucker- und eiweißhaltige Naturprodukte. Ida Hahn (Z. f. Ethnologie 1919, 4/6) hat darauf hingewiesen, daß die Frau der Vorzeit und der wilden Völker gerade giftige oder unangenehm, bitter schmeckende Dinge zur Herstellung der Nahrung bevorzugte, um sich gegen Plünderung ihrer Vorräte zu schützen; sie erfand die Methoden der natürlichen Säuerung, der Gärung, der Selbstverdauung, der Kultur geeigneter Schimmelpilze, das Entbittern, Ausfrierenlassen, Wässern, Rösten usw.

Die kleine bittere peruanische Kartoffel wird erst längere Zeit ausfrieren gelassen, dann gepreßt, ehe sie genossen wird.

Die Frucht des Brotbaumes wird in Polynesien bei der Geburt eines Kindes in größeren Mengen in Gruben eingelagert und erst bei der Verheiratung desselben, oft also erst nach 30 Jahren zum Hochzeitsschmaus aus ihnen wieder herausgeholt, durch 14 Tage langes Wässern und Rösten von den übelriechenden Gärungsprodukten befreit und als kostbarster Leckerbissen dann verzehrt.

Klebreis, Sojabohne wurden und werden heut noch durch eigenartige Pilzgärungen verdaulich gemacht, ähnlich wie die verschiedenen Käsesorten, unter denen auch vegetabilische Käse zu erwähnen sind (aus Bohneneiweiß). Das Hauptnahrungsmittel Südamerikas, der Maniok, ist eine Giftpflanze, deren Gift aber durch die Zubereitung entfernt wird. Da die Frauen bezüglich ihrer Methoden der Herstellung

der Dauernahrung durch Gärung und Säuerung und der Orte, Gruben, an denen diese vor sich gingen, wenig mitteilsam waren, namentlich den Männern gegenüber, ist leider zu wenig von ihren Erfahrungen bekannt geworden.

36. Die Fäkalien und ihre Auswertung zur Schaffung neuer Nahrung.

Die menschlichen Fäkalien bestehen aus Nahrungsresten bzw. Nahrungsschlacken, Resten der in den Darmkanal entleerten Sekrete (Galle, Pankreasferment, Erepsin), Mikroorganismen ($^1/_3$ der Fäzestrockensubstanz ausmachend), geformten und ungeformten Produkten der Darmwand (Epithelien, Schleim) und zufälligen Bestandteilen, z. B. Sandkörnern, Haaren, Parasiten usw. Außer der eiweißhaltigen Nahrung finden sich im Kot schwer verdauliche Nukleïne, ebenso Muzin und Lezithin wieder vor. Daneben nach Fettgenuß Fett und feste Fettsäuren, Kalk- und Magnesiaseifen. Weiter die Produkte der Fäulnis, Essig-, Butter- und Kapronsäure, Phenol, Indol, Skatol und Methylmerkaptan, die den üblen Geruch bedingen. Von Gallenbestandteilen: Hydrobilirubin, Gallensäuren und deren Abkömmlinge, wie Cholesterin. Die Farbe der Fäzes wird durch veränderte Gallenfarbstoffe wie Urobilin, schwarzes Hämatin (aus dem Blutfarbstoff der Fleischkost) und Glykokolsäure bedingt. Bei trockner Destillation liefern 100 kg Kot 700 bis 800 cbm Leuchtgas bei einem Kohlenaufwand von 50 kg.

Bei gemischter Kost liefert der einzelne Mensch täglich etwa 130 g feuchten = 34 g trocknen Kot, pro Jahr 44,7 bzw. 12,7 kg. 70 Millionen Menschen entsprechend 3,3 Mill. bzw. 0,89 Mill. Tonnen, mit 4000 t Salzen, von denen 800 t auf Kali, 800 t auf Kalk, 400 t auf Magnesia, 1300 t auf Phosphorsäure entfallen.

Wie sind diese Stoffe nutzbar zu machen? Einmal direkt durch Zugabe auf die Äcker, wie es auf dem Lande geschieht. In den Städten bedingt die Kanalisation eine andere Verwertung. Hafenstädte befördern meist alles in das Meer.

Die Klärwässer der Stadt München führen weg rund 3200 t Stickstoff, 600 t Phosphorsäure und 600 t Kali; im Klärschlamm verbleiben 400 t Stickstoff, 200 t Phosphorsäure und 100 t Kali.

Die Klärwässer sucht man biologisch auszunutzen durch Berieselung oder Beregnung der Felder oder durch Anlage von Fischteichen.

Fischteiche können pro Hektar mit den Abwässern von 2000 bis 3000 Personen (je 150 Liter pro Kopf und Tag) belastet werden. Dieselbe Wassermenge kann auf 10 ha verrieselt und auf 37 ha verregnet werden. Obwohl die Fischteicherträge außerordentlich günstig sind, wäre das Verregnen volkswirtschaftlich von ungleich höherer Bedeutung; doch sind die Felder meist zu weit von der Stadt entfernt, die Anlagen zu kostspielig und die Aufnahmefähigkeit des Bodens zeitweise gering. In Fischteichen werden die Bakterien der Fäkalien die Beute von Infusorien, Rädertierchen, kleinen Krebsen u. dgl. Diese bilden wieder Fischnahrung. Abgänge dieser Tiere nähren wieder Pflanzen, Entengrütze (Lemna) u. dgl. und diese wieder Enten. (4,5 Ztr. Entenfleisch

pro Hektar.) Wichtig ist eine stets ausreichende Sauerstoffmenge im Wasser, sonst ersticken die Tiere; Regelung dieser Sauerstoffmenge durch Zufuhr von entsprechendem Frischwasser (auf 1 Teil Schmutzwasser müssen 3—5 Teile Reinwasser zur Verfügung stehen). Fischteiche zweckmäßig 1 m tief, am Rand 0,3 m. Die Fischteiche werden im April besetzt, im Oktober abgeerntet. Im Winter vermehrt sich die verbleibende kleine Lebewelt von den zugeführten Nährstoffen. Der Bruttoabfischungsertrag der Fischteichanlage in Grafenwöhr bei München mit 5,5 ha Teichfläche betrug 8500 M. pro Hektar. Die Fische hatten keinerlei fremdartigen Geschmack.

Der in München abfallende Klärschlamm wird mit Feinmüll, welcher hauptsächlich aus Aschenrückständen besteht, als Mengedünger verwertet.

In Betracht zu ziehen ist noch die Desinfektion von Fäkalien bei Seuchen. Hier scheint 2%ige Schwefelsäure am geeignetsten für aus Jauchegruben in die Kanalisation übertretende Abwässer, ebenso für Abgänge erkrankter Personen (hier in Verbindung mit Torfmull) zu sein. Die Schwefelsäure würde nicht nur desinfizierend wirken, sondern auch das entstehende Ammoniak binden.

Zur Erhöhung der Ernten ist natürlich auch für die nötige mineralische Substanz zu sorgen. In landwirtschaftlichen Betrieben kommen hauptsächlich zur Verwendung neben Stallmist und Guano schwefelsaures und doppeltkohlensaures Ammon, Kalk, Superphosphat, Thomasschlacke, Kalksticktoff, Kalisalz, Chilisalpeter, Knochenmehl, Kainit, Norgesalpeter.

Nach Prof. Winslow (Protection of river and harbor waters from municipal wastes. With special reference to the condition in New York, 1911) liefert New York täglich 2350 Millionen Liter Spülwässer mit 800 t mineralischer und 800 t organischer Substanz = je 8000 dz. Bei der Überleitung in Absatzbassins liefern 1 Million Liter Spülwasser 1,06—1,12 ts Schlamm mit 90% Wasser. Auf 100 Personen kommen 100—200 Pfund Schlamm zu 453 g = 45300—90600 g = 45—90 kg. In New York entfallen pro Kopf 470 Liter Abwässer, die in Faulbassins 23 Liter Sumpfgas entwickeln. 100 Liter Abwässer liefern 4—5 Liter Gas, das man in geschlossenen Behältern auffangen und verbrennen kann. 100000 Einwohner liefern 50—100 ts = 1000—2000 Zentner Kotschlamm mit 900—1800 Zentner (45—90 t) Wasser und 100 bis 200 Zentner (5—10 t) Kottrockensubstanz. Für Städte mit 100000 Einwohnern bildet die Beseitigung dieses Schlammes große Schwierigkeiten, während Städte an der Küste diesen Schlamm in Tankdampfern hinaus auf die See bringen und dort entleeren. Berlin besitzt Rieselfelder, die 157 qkm bedecken, auf denen Gras, Getreide, Kartoffeln und Rüben angepflanzt werden und auf denen Meiereien und Brennereien für die Nutzbarmachung der Ernten sorgen. Zum Schluß wird das letzte Wasser noch für die Fischzucht ausgenützt. Die Ernteerträge decken die Kosten des Betriebes und decken einen Teil der Zinsenlasten, die auf dem Lande ruhen. Hier liegen die Verhältnisse günstig wegen des durch-

lässigen Sandes. In anderen Städten. die tonigen Untergrund haben, würde dieses System versagen, da der Boden nicht aufnahmefähig. Die neuesten Untersuchungen der britischen kgl. Kommission ergaben, daß die Ernten des berieselten Landes kaum die Selbstkosten decken, viel weniger die Kosten des Berieselungsverfahrens.

Während auf dem Lande auch die geringste Menge Fäkalien wegen ihres Düngerwertes hoch eingeschätzt wird, bilden sie für die Stadt, namentlich für die Großstadt, einen lästigen Abfallstoff, dessen Entfernung außerordentlich umständlich und kostspielig. Städte, welche an großen Strömen liegen, suchen soviel wie möglich in diese die Klosettwässer abzuführen. In Dresden kommen pro Kopf und Tag rund 170 Liter Wasser, davon 10 Liter Klosettwasser und 1,2 Liter Fäkalien. Dresden braucht nicht zu rieseln und seine Abwässer nicht biologisch zu reinigen. Es genügt, wenn die Abwässer vor ihrem Einfluß in die Elbe von all den mitgeführten Stoffen befreit werden, die eine Größe von mehr als 3 mm aufweisen. 1 cbm Kanalwasser bei trockenem Wetter und ohne Fäkalien liefert 0,6 kg, mit Fäkalien 1,2 kg festen Rückstand. 1 cbm Elbwasser führt 0,2, mit Kanalwasser ohne Fäkalien 0,22, mit Fäkalien 0,25 kg Rückstand. Die jährliche Kehrichtmenge beträgt in Dresden etwa 50000 cbm, wovon 30000 cbm auf Pferdemist entfallen. Im Jahre 1905 produzierte Dresden 127596 cbm Düngermassen, von denen 99000 zur Düngung in der Landwirtschaft, 28053 cbm in die Elbe befördert wurden. Es möge noch etwas Tatsächliches über das Verhalten des Düngers eingeflochten werden. 1 cbm Stallmist wiegt rund 1000 kg und hat 250 kg Trockenmasse. 20% der Masse entweicht in Form von Gas und zwar 56 kg Kohlensäure, 16 kg Sumpfgas, 1 cbm Dünger liefert 47 cbm Gas. Die Zahlen schwanken allerdings zwischen 10 und 100 cbm. 10—20% der Kottrockensubstanz besteht aus Bakterien. Etwa die Hälfte des Stickstoffs in festen Exkrementen ist in Bakterien und Pilzzellen vorhanden, die Hälfte derselben dürfte lebend sein. Wir haben regelmäßig mit Stickstoffverlusten zu rechnen, die 20 bis 40% des Gesamtstickstoffs des Düngers ausmachen. Jahr für Jahr geraten in einem Land wie Deutschland für einige hundert Millionen Mark Stickstoff in Verlust. Hauptäschlich sind es Oxydationsprozesse, die diesen Verlust herbeiführen, und muß daher auf möglichsten Luftabschluß gesehen werden. Der normale Ablauf der sog. Düngerrotte beansprucht in wärmerer Jahreszeit 6, in kälterer 10—12 Wochen. Wenn flüssige Ausscheidungen getrennt aufbewahrt werden, ist in zwei bis vier Wochen die Reifung vollendet. Bei normalem Dünger verschwinden 10—50% der Trockensubstanz. Diese Zahl steigt auf 60 bis 70% bei zu trockenem Dünger. Die Temperatur der oberen in voller Gärung befindlichen Schicht steigt auf 65—68° C und fällt nachher auf etwa 35°. Die tieferen Schichten zeigen bis 55°, später etwa 28°. Bei einer Außentemperatur von — 21° steigt die Maximalwärme bei festgelagertem Dünger auf 7°, bei lockerer gelagertem auf 67,5° C. 40° soll möglichst nicht überschritten werden, da sonst kohlige Partien auftreten, die als Dünger wertlos sind.

Nach einer Angabe in Meyers Konversationslexikon kommen pro Kopf und Jahr 0,513 cbm Exkremente, wovon 0,43 cbm auf Harn entfallen. Der einzelne Mensch scheidet im Jahr 491,86 kg, je Tag also 1,3 kg Exkremente aus. Bei der Vergärung des Harnes entstehen auch ansehnliche Mengen von Phenol und Benzoesäure. Eine kräftige Düngung mit Jauche oder Gülle bringen etwa 75 kg Phenole und 400—500 kg Benzoesäure auf 1 ha Land.

Welches Schicksal erfahren die in der freien Natur abgelegten Kotmassen?

Das erste ist, daß von ihnen Fliegen angelockt werden, die, sofern es Weibchen sind, sich sogleich zur Eiablage anschicken. Am zweiten bis dritten Tage erscheint die Masse an der Oberfläche fast wie mit Zucker bestreut. Ist der Ort der Ablage genügend feucht, dann entschlüpfen den Eiern die gleiche Anzahl Larven, die sofort den ganzen Kot durchwühlen, und in erstaunlich kurzer Zeit, innerhalb weniger Tage, zu ihrer endgültigen Größe heranwachsen. Statt der schmierigen unappetitlich aussehenden Kotmasse, finden wir jetzt flach auf dem Boden ausgebreitete Krümel, die schon mehr an Blumentopferde erinnern. Inmitten der Krümel aber, zu dichten Klumpen zusammengeballt und in fortwährender Bewegung sich gegenseitig verdrängend, liegt eine mehr oder weniger fettige Madenmasse, die fast als Ganzes ausgehoben werden kann. Sind Hühner oder andere Vögel auf diesen Leckerbissen aufmerksam geworden, so hat die Madenherrlichkeit allerdings bald ein Ende und der kostbare Inhalt der Madenleiber erfährt eine Umwandlung zu leckerem Eiweiß und Gelbei, das im Hühnerei uns dann eine willkommene Nahrung darstellt. Natürlich geht auch ein Teil der Madennahrung in die Fleischmasse des Huhns über, das erst zu späterer Zeit uns aufgetischt wird. Wahrscheinlich bildet die Bakterienmasse des Kotes die Hauptnahrung für die Maden, und können wir diese somit als Bakterienvertilger ersten Ranges ansprechen. Auffallend ist bei der ganzen Erscheinung der Kotverwandlung das beträchtliche Zusammenschrumpfen des ursprünglichen Volumens auf einen geringen Bruchteil — infolge der Wasserverdunstung — und das beinahe gänzliche Fehlen von Madenexkrementen. Schon Leeuwenhoek war es bei der Betrachtung von Fliegenmaden aufgefallen, wie im Darmkanal derselben eine fast restlose Verdauung der Nahrung erfolgt. Später machte Linné die treffende Bemerkung, daß die Nachkommen von drei Fliegenmaden ein gefallenes Pferd schneller aufzuzehren vermögen, als ein starker Löwe. Obwohl die Maden ziemlich lebhaft atmen, stehen die Atmungsverluste doch zurück gegen die von warmblütigen Tieren, deren Leibesmasse auf einer hohen Temperatur gehalten werden muß. Nach einer Angabe von Dr. Engel enthält 1 kg Maden etwa 45 g Fett. Da auf 1 kg etwa 4000 Maden kommen, und diese aus 4000 Eiern, die von 40—200 Fliegenweibchen abgelegt werden, ergibt sich, daß 40 bis 200 Fliegen uns innerhalb weniger Tage zu 45 g Fett verhelfen können und vielleicht noch zu 100—150 g Eiweiß. Die einzelne Fliege also zu 1,1 g Fett und 2—3 g Eiweiß, oder 2000 Fliegen (1000 Weibchen) 1 kg

Fett und 3 kg Eiweiß. Diese wenigen Zahlen dürften schon genügen, um uns die Fliegen in einem ganz anderen Licht erscheinen zu lassen als bisher, wo sie nur immer als die größten Feinde der Menschheit galten, als Überträger von Krankheitskeimen und Ruhestörer.

Indem wir die im Kot zur Entwicklung gekommenen Larven der Fliegen direkt verarbeiten, verhüten wir ihre Umwandlung in Puppen und Fliegen, steuern also in einfacher Weise der Fliegenplage. Es ist jetzt aber in erster Linie die Aufgabe zu lösen, die zur Eiablage nötigen Fliegenmengen gleichsam im Käfig zu züchten oder die in der freien Natur vorhandenen Fliegenschwärme auf einen Köder zu locken, auf dem sie die Eiablage besorgen. Letzteres ist sehr einfach. Wir brauchen z. B. nur stark duftenden Dung in einer dünnen Schicht auf einem größeren Karren auf fliegenreichen Wegen, z. B. an Waldrändern, namentlich im Gebirge spazieren fahren, um in kurzer Zeit Millionen von Fliegeneiern einzuheimsen, die von den Fliegenschwärmen darauf abgelegt worden sind. Das Vermischen dieser dünnen Dungschicht mit größeren Kotmassen und das Ausbreiten derselben in dünner Lage in genügend feucht gehaltenen Schuppen, die mit Horden ausgestattet sind, sowie mit Ventilationsanlagen, durch die die übelriechende Luft direkt unter den Kesselrost oder in eine den Geruch absorbierende Flüssigkeit (die Neuluft-Gesellschaft, Berlin, baut solche Apparate) geleitet wird, dürfte nicht besondere Schwierigkeiten machen, ebensowenig das Abernten der Maden bzw. deren Trennung von den krümelig gewordenen Kotresten.

Was die Entwicklung der Fliegenlarven in flüssigen Exkrementen, Harn bzw. Jauche anlangt, so ist die Tatsache ja bekannt, daß in Gebirgsdörfern von den Dungstätten der Wirtschaften hin und wieder die Jauche in breiter Ausdehnung den Hang hinunterläuft und den nahen Weg mit unangenehmen Düften verpestet und Tausenden von Fliegen zur Brutstätte dient. Die Nachbarn werden für den Duft und die Fliegenplage aber entschädigt durch den Gesang der zahlreichen Singvögel, die sich da ihre Atzung suchen, und durch das bessere Eierlegen ihrer Hühner, die da ebenfalls mit Vorliebe Gastrollen geben. Natürlich im Winter geht dies Geschäft nicht mehr. Da finden sich höchstens auf dem warmen Misthaufen in tieferen Lagen noch einige Maden, die von den im Stall überwinternden Fliegen stammen.

Wie stark im Sommer die Vermehrung der Fliegen vor sich geht, hat uns schon 1687 Leewenhoek in einem Sendbrief an die Königliche Gesellschaft in London dargelegt: „Man hat sich nicht genug wundern können über die große Menge von Fliegen, von denen die Menschen vor einer belagerten Stadt geplagt werden; doch solle man sich selbst sagen, daß es für die Befehlshaber unmöglich sei, alle die totgeschossenen Menschen begraben zu lassen, auch das totgeschossene Vieh muß auf dem Feld meist unverscharrt liegenbleiben. Wenn wir nun annehmen, daß zu Beginn des Monats Juni zwei Fliegen, eine männliche und eine weibliche vorhanden seien und daß das Weibchen 144 Eier legt und daß diese im Anfang des Monats Juli zu Fliegen werden und daß je die Hälfte

davon Männchen und Weibchen wären, von welch letzteren jedes wieder obige Zahl von Eiern legt usw., so kommt man am Ende des Monats August auf die Zahl 746496. Nach dieser Rechnung brauchen wir uns nicht zu wundern über die Unmenge Fliegen auf den Schlachtfeldern."

K. Flöricke gibt in seinem lesenswerten Buch „Plagegeister", 1917, Stuttgart, Kosmosverlag, eine Schilderung der Fliegenplage auf den Schlachtfeldern von Gallipoli. „Die Fliegen vervielfachten die Leiden der Verwundeten und verdarben die Launen der Gesunden. Der Gott Gallipolis war nicht Mars, der Schlachtenlenker, sondern Beelzebub, der Fliegengott."

Im Wald angeschossene und verendete Menschen oder Tiere sind innerhalb weniger Tage bis auf die Haut und Knochen aufgezehrt.

Bei einem jungen Rehbock, der am Waldrand verendet war, hatten sich in den Ohrmuscheln Hunderttausende von Maden fast in Reinkultur angesammelt, so daß je ein Suppenlöffel damit hätte gefüllt werden können. Sie waren offenbar aus dem Gehirn hervorgekrochen und stellten das Umwandlungsprodukt desselben dar. Die Maden besitzen Speicheldrüsen, deren Sekret, wohl mit Nachhilfe der Bakterien, die Zersetzung der Fleischteile beschleunigt. Sanitätsrat Dr. Engel hat in dem Reservelazarett in Insterburg die Küchenabfälle in Konservenblechbüchsen füllen und diese an Ackerrändern hinstellen lassen. Nach etwa einer Woche wurden die Maden durch heißes Wasser gebrüht und abgeschöpft, um Seife für das Lazarett daraus zu gewinnen.

Den Kampf gegen die Fliegenplage hat man neuerdings etwas energischer in Szene gesetzt, wie man aus der A. Grimmschen Broschüre „Krieg den Fliegen! Kampfruf gegen die Hauptverbreiterin unserer gefürchtetsten Seuchen, den geflügelten Todesboten, die Fliege", Verlag der Enderschen K. A., Neutitschein, Wien, Leipzig, ersehen kann. Ein Pferdebesitzer in Olmütz benutzt seinen Stall als Fliegenfalle und läßt die Stallwände jeden zweiten oder dritten Tag 1 m hoch mit Wasser abspülen, um die daran hochkriechenden Maden zu vernichten, aus denen sich sonst wieder Fliegen entwickeln würden.

Nun heißt die Losung wieder einmal ganz anders: Züchtung der Fliegen das ganze Jahr hindurch zum Zweck reichlicher Eiablage und zur Erzeugung möglichst vieler fettreicher Maden, die dann auf Fett und Eiweiß verarbeitet werden. Die Fliege wird nunmehr nicht mehr unser größter Feind, sondern unser ertragreichstes Haustier werden, das aus den Fäkalien noch herausholen soll, was irgend möglich; es soll aber auch unser erfolgreichster Bundesgenosse im Kampf gegen die Bakterien werden und uns nach Möglichkeit die verschwenderische Art der Fäkalienvernichtung durch das kostspielige Spülsystem aus der Welt schaffen helfen.

An dem Rohmaterial für die Madenzucht fehlt es nicht, es liegt ja geradezu betriebsfertig auf der Straße. Die Fakälien werden innerhalb von fünf bis acht Tagen wieder in lebende Substanz übergeführt statt wie bisher erst nach einem Jahr in Pflanzensubstanz auf dem Acker. Es ist einleuchtend, daß in ersterem Fall die Stoffverluste erheblich geringer sein müssen, als in letzterem. Der Rest der Maden nach ihrer

Entfettung kann unmittelbar als stickstoffhaltiges Kraftfutter für das Vieh benutzt werden, wobei die Aschenbestandteile wieder in den Dung kommen und später auf den Acker, auf den auch die krümeligen Rükcstände von der Kotmasse gebracht werden.

Wer etwa über diese Vorschläge die Nase rümpfen sollte, der sollte zur Strafe einmal in eine bäuerliche Wirtschaft südlicher Länder in die Sommerfrische geschickt werden und gehalten sein, den Kampf mit den Fliegen eigenhändig zu führen.

Die Aufarbeitung der Fäkalien durch Fliegenmaden stellt bei näherer Überlegung ein nicht minder großzügiges Zukunftsprogramm dar, als früher die Einführung der Kanalisation, nur dürften die Kosten erheblich geringer sein und statt Verluste Gewinne bringen.

Man wird vielleicht mit dem Einwurf kommen, das Verfahren, so naturgemäß und einfach es auch sei, sei doch unhygienisch und nicht ohne Gefahren für die Gesundheit wegen der Züchtung so großer Fliegenmassen. Ich behaupte, es wird die Fliegenplage mindern helfen, denn man wird sowohl die Exkremente sorgfältiger sammeln, als auch mehr auf den Fliegenfang ausgehen, da dieser im Sommer sehr einfach ist. Es wird sich vielleicht ein lebhafter Handel mit Fliegeneiern oder Puppen entwickeln, ähnlich wie mit Ameiseneiern. - Man wird beide in Kühlräumen lagern bis zur Zeit wo sie in größerer Menge gebraucht werden. Die Puppen z. B. der Käsefliege erhielt ich in glänzend braunen Tönnchen die sich wie Leinsamen in die Tüte füllen und so im Eisschrank aufbewahren ließen. Bei Zimmertemperatur hingestellt fand unmittelbares Ausschlüpfen der Fliegen statt, die sich bereits am nächsten Tag paarten und am übernächsten Tag schon Eier legten.

Wie die frischen Exkremente am besten einzusammeln und mit welcher Fliegenart sie am besten zu bearbeiten sind, das sind Fragen, die erst die Zukunft beantworten wird. Wie anpassungsfähig die Fliegen sind, zeigten mir z. B. die Essigfliegen. Obwohl an saure Dämpfe in den Essigstuben gewöhnt, legen sie doch auch an Exkrementen des Menschen ihre Eier ab und vermehren sich auf denselben in Gefäßen, in denen der Ammoniakgeruch außerordentlich stark entwickelt war. Die schnelle Entwicklung der Fliegenmaden bildet auch ein Hindernis gegen das Einnisten von Schlupfwespen, die anderen Käferlarven, z. B. den Kornkäfern, Kornmotten, Brotkäfern usw. arg zusetzen. Eine Hauptsache bei der Verarbeitung der Exkremente durch Maden wird natürlich immer sein, daß eine genügend große Zahl von Eiern oder Larven auf den Nährboden übertragen wird, damit in der Zeit bis zum Auswachsen derselben zur vollen Größe auch der Nährboden völlig erschöpft ist. Ehe man die Maden zur Fettgewinnung zerquetscht und extrahiert, wird man sie natürlich vorher sauber waschen und im Wasser auch kurz aufkochen, um alle Bakterien zu töten. Die chemische Behandlung besorgt dies übrigens auch zur Genüge. Es ist nicht einzusehen, weshalb die gewonnenen Produkte unappetitlicher sein sollen, als z. B. das Fett von gefallenen Tieren, die in den Kadaververwertungsanstalten verarbeitet wurden.

Maden von Fliegen hat man immer schon gezüchtet, um Vogelfutter zu gewinnen, aber man hat doch nicht den Schritt zur Massenzüchtung getan und die direkte Fettgewinnung angestrebt, was nach längeren Auseinandersetzungen schließlich doch von dem Patentamt zugestanden worden ist. Die Verfütterung der Maden an Geflügel u. dgl. ist natürlich sehr zweckmäßig und kann bei Gelegenheit der Massenzucht nebenher geübt werden, es muß dabei aber immer in Betracht gezogen werden, daß von dem verzehrten Fett nachher vielleicht nicht mehr als 20% im geschlachteten Tier in Erscheinung treten. Die Verwendungsmöglichkeiten für das gewonnene Fett sind natürlich sehr vielseitig und erübrigt es sich, diese alle hier zu erwähnen.

Wären wir als Chinesen zur Welt gekommen und wie diese erzogen worden, dann würden wir nichts dabei finden, die Fliegenlarven uns als Leckerbissen gut schmecken zu lassen; wir würden so die Verluste, die auf dem Umweg über das Huhn entstehen, vermeiden. Die Chinesen sind uns auch in der Wertschätzung des Düngers voraus. An ihren Landstraßen begegnet man häufig genug großen Kübeln, denen der Wanderer seine Exkremente anvertrauen soll, ohne einen Obulus dafür entrichten zu müssen. Der unschöne Anblick verstreuter Entleerungen fällt dort weg und das Gold der Landwirtschaft kann bequem auf das naheliegende Feld gebracht werden. Auch der Fliegenplage wird durch dieses einfache Verfahren etwas vorgebeugt. Wie sehr verstreute Exkremente dieselbe befördern, lernen wir auf großen Weideflächen kennen, wo das Vieh ständig von Fliegen umschwärmt und belästigt wird. Man möchte fast empfehlen, demselben kleine Kübel anzuhängen, damit in ihnen die Tagesabgabe gesammelt wird, oder aber dem Hirten das Einsammeln der zerstreuten Haufen zur Pflicht machen.

Besonders empfehlenswert dürfte es für die Zentralviehhöfe großer Städte sein, den Dünger möglichst vom Stroh getrennt zu sammeln und in besonderen Betrieben durch Fliegenlarven verarbeiten zu lassen. Solche Zentralviehhöfe mit der Unmasse Fliegen sind auch der gegebene Ort, um möglichst viel Fliegeneier bequem einzusammeln durch Aufstellen von besonders wirksamen Köderapparaten. Hier ist noch alles auszuprobieren. Vielleicht kommen wir mit den Stoffen, welche die Stinkmorchel und andere Stinkpilze erzeugen, um Insekten anzulocken, am besten zum Ziel. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß uns die Parfümeriefabriken geeignete Riechstoffe zur Verfügung stellen. Sie sollten systematische Versuche durch Zoologen anstellen lassen mit den verschiedenen Fliegensorten.

Wo große Pferdestallungen, wie bei Kavallerieregimentern, Gestüten usw., wird ähnlich vorzugehen sein, um die Pferdeäpfel aufarbeiten zu lassen. Die Champignonzüchtereien, die ja viel mit Pferdedung arbeiten, wissen ein Lied davon zu singen, wie eine Fliegenentwicklung störend in ihrem Betrieb sich geltend machen kann. Hier wäre es vielleicht sehr vorteilhaft, den Dung vor dem Einbringen in die Zuchträume erst durch Fliegenlarven bearbeiten zu lassen.

37. Benutzung der Fäkalien zur Pilzzüchtung. Champignonzucht.

Die mit den Fäkalien unverbraucht ausgeschiedenen Stoffe der Nahrung kommen aber noch anderen Tieren und Pflanzen zustatten, wie wir aus der üppigen Entwicklung von Fliegenlarven aller Art auf dem Dunghaufen oder aus der Entwicklung größerer Pilzmengen in den Champignonbrutanstalten oder aus dem höheren Graswuchs auf den Wiesen an den Stellen, wo das Vieh weidete, entnehmen können. Frischer Dünger ist zwar für Fliegenlarven besonders vorteilhaft, nicht aber zur Edelpilzzucht oder zur Bodendüngung, für diese Zwecke bedarf er besonderer Vorbereitung. Für die Champignonzucht ist am besten ein mit Roggenstroh oder Weizenstroh versetzter Dünger von mit Hafer gefütterten Pferden. Kot und Stroh sollen gut gemischt und von Urin durchtränkt sein, wie dies beim 8- bis 14tägigen Lagern des Düngers unter den Tieren von selbst eintritt. Statt Stroh kann auch Laub- oder Nadelstreu genommen werden. Am besten verläuft die richtige Gare des Düngers in 1 m hohen und 1 m breiten lagenweis festgetretenen und nötigenfalls mit der Gießkanne etwas angefeuchteten Haufen unter bedachtem Schuppen. Nach drei bis vier Tagen erwärmt sich die Masse auf 60—75°; darüber hinaus ist allerdings vom Übel und muß durch rechtzeitiges Umsetzen verhütet werden. Beim ersten und zweiten Umsetzen ist wiederum in $^1/_3$ und $^2/_3$ m Höhe der Haufen festzutreten und mit der Gießkanne genügend anzufeuchten oder aber, wenn er schon zu feucht ist, mit Gips wieder konsistenter zu machen. Zu geringe Erwärmung und zu geringe Entwicklung von Ammoniak deutet auf Urinmangel. Hier ist beim ersten Umsetzen Ammonkarbonat beizumischen. Der richtig gare Dünger ist kaffeebraun und von rein erdigem, dabei etwas süßlichem Geruch. Durch die Erwärmung und die Ammoniakentwicklung soll er von Insekten, Larven, Schimmelpilzen usw. befreit sein.

Der Geruch des frischen Düngers soll ganz geschwunden, das Ammoniak auch ganz entbunden sein.

Die Strohfaser soll vollständig erweicht und mürbe sein, so daß beim Zusammenpressen mit den Händen und darauffolgendem Drehen die Strohteile glatt zerreißen. Bei ersterem soll keine Flüssigkeit mehr zwischen den Fingern austreten; er enthält dann immer noch 60—64% Wasser. Der gare Dünger soll noch warm in den Brutraum gelangen und da zu gewölbten Beeten von 60—70 cm Breite und 35—40 cm Höhe verarbeitet werden auf lehmigem Tennenboden oder glattem Ziegelpflaster oder Betonflächen. Das Verpacken des Düngers soll so geschehen, daß die Strohteile senkrecht zur Beetachse liegen, damit der Pilz, der gern der Strohfaser folgt, das Beet gleichmäßig durchwuchert. Auch hier wird der Dünger lagenweis festgetreten und schließlich noch mit einem schweren Brett — dem Klopfer — festgeklopft oder festgeritten. In diese Beete wird seitlich in je 20 cm Abstand eine Impfpatrone (Brutstück) von der Größe einer halben Streichholzschachtel eingedrückt und die Öffnung lose mit Dung verstopft. Nach 14 Tagen ist das Myzel

schon kräftig entwickelt (nicht über 24° C!) und es kann gesiebte Garten- oder vollständig humifizierte Komposterde unter Zusatz von Ätzkalkpulver (das das Ungeziefer tötet) darauf ausgebreitet werden. Nach drei bis vier Wochen beginnt die Fruchtkörperentwicklung des Champignons. Unterdessen entfernt man täglich etwa auftretende Fremdpilze. Die Temperatur des Kulturraumes sei 15—18°, nicht über 20°. Gegen Luftzug sind die Pilze sehr anfällig, trotzdem ist für vorsichtige Ventilation und gleichmäßige Feuchtigkeit zu sorgen (feines Überbrausen der Erdschicht mit 18—20° C warmem Wasser). Zur Vertilgung der kleinen Pilzfliegen stellt man ein mit offenem Docht brennendes Petroleumlämpchen in einen Teller mit Wasser. Der Kulturraum ist vor jeder Neubeschickung durch Abbrennen von Schwefel und darauffolgendes Kalken von Boden und Wänden zu desinfizieren (1 Liter gelöschter Kalk und 4 Liter 1%iges Kupfersulfat). 1 m-Beet liefert 5—15 Pfund Pilze, bzw. 1 qm Kulturgrundfläche liefert von 3 Ztr. Dünger etwa 20 Pfund Pilze pro Jahr. Der verbrauchte Dünger ist noch für Pflanzenkulturen gut zu verwenden; er macht $^1/_3$ des ursprünglichen Düngers aus. (Nach Falck, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1914, Heft 11.)

Bemerkenswert ist, daß die Alten vorzugsweise pulverisierte Rindenstücke von Pappeln, Ulmen, Feigenbäumen, Maulbeerbäumen oder Eichenblätter, also gerbstoffreiches Material der Erde beimischten, in der sie Pilze züchten wollten, die Italiener benutzten auch Kaffeesatz.

Man spricht von Düngerkrankheiten; ein weißer Ausschlag wird durch die Monilia fimiseda hervorgerufen, namentlich wenn dürftiges Stroh oder Dünger schlecht ernährter Pferde verwendet wurde. Gegenmittel: Besprengen mit Lösung von 15 g Kupfervitriol auf 1 Liter.

Die sogenannte „Schimmelkrankheit" kommt vom Myzel des Pleurotus Rutilus, der sich entwickelt, wenn der Dünger zu kalt und zu feucht eingetragen wurde. Das Myzel sieht dem des Champignons ähnlich, ist jedoch schwammiger, wird leicht gelblich und dabei herb und stinkend.

Die „Grünspan"krankheit kommt vom Myzel des Myceliophthora lutea, das erst gelbliche, dann grünliche, chlorig riechende Knötchen bildet. Dieser Pilz scheint am Champignonmyzel als Parasit aufzutreten.

Die „Büschelkrankheit" rührt von Mycogone perniciosa her, bedingt namentlich in älteren Anlagen erhebliche Verluste. Es treten dabei weiße, mit braunen Flecken bestreute Häufchen auf, die gelblichweiß und bräunlichgelb werden. Die Champignons scheiden auf solchen Beeten einen rötlichen Saft mit Verwesungsgeruch aus. Beim Abräumen des Bodens derselben mit Lysollösung (25 g in 100 Liter Wasser) zu besprengen!

Die „Gicht" befällt den Fuß des Champignons. Entsetzlicher Geruch. Alle feuchten Teile des Haufens entfernen! Ringsherum dann stark einkalken!

Die „Rost- oder Fleckenkrankheit" rührt von Bakterien her.

Von Tieren nisten sich Ratten, Haus-, Feld-, Spitzmaus und Maulwurf ein; auch die Kellerassel, die wohl unschädlich und nur da auftritt, wo Dünger und Myzel gesund. Eine Milbe Rhizoglyphus spinitarsus saugt am Fuß des Champignons, daselbst Rostflecke erzeugend. (Haufen mit Lysollösung besprengen, Zwischenräume einkalken!)

Fliegen. Ihre Leichen mit einer weichen Haarbürste von dem Haufen herunterzufegen!

Eine Mücke: Sciara ingenua, ist schädlich durch ihre Larven. Abbrennen von Schwefel vor der Ernte. Mit Nikotin getränkte Lappen zwischen die Haufen legen! Offen brennendes Petroleumlicht in Teller mit Wasser.

Häufig sind noch die 8 mm langen, 4 mm breiten Larven von einem Käfer Aphodisius fimetarius (genannt „der Schweizer") und die 10 mm langen Larven von Dermes tescellatus (genannt der „Pfaff").

Man sieht, die richtige Behandlung eines Düngerhaufens erfordert ein umfangreiches biologisches Wissen. (Aus dem Handbuch für den Champignonzüchter von A. Cauchois.)

Zu verweisen ist hier noch auf H. Schnegg: Die Edelpilzzucht (Champignonkultur). Mit 22 Orig.-Aufnahmen und Originalzeichnungen. Verlag Dr. Jos. Voller, München 23.

Ähnlich wie der Champignon Psalliota campestris lassen sich züchten: Tricholoma nudum, Russula virescens, Coprinus comalus, Paxillus involutus, Clitopilus prunulus und Morcheln. (Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 37, Heft 4, 1919.)

Für die Züchtung auf schnell und leicht herzustellenden gedüngten Beeten von Lauberde empfiehlt Falck Psalliota silvatica, Lepiota excoriata, Tricholoma graveolens, gambosum und boreale, die sog. Maipilze, Gramberg und Roman Schulze außerdem noch Clitocybe laccata und Amanita rubescens.

Zu Kulturen auf Baumstubben werden empfohlen: Pholiota mutabilis (Stockschwämmchen), Pleurotus ostreatus (Austern-Seitling) und Armillaria mellea (Honiggelber Hallimasch), Boletus edulis ist an Fichte und Kiefer gebunden, B. rufus und scaber an Birke, B. elegans und B. Boudieri an Lärche.

38. Gegenseitige Abhängigkeiten. Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen.

Die vorausgegangenen Darlegungen haben uns gezeigt, daß es mit unserer Selbstherrlichkeit nicht allzu glänzend bestellt ist, daß wir vielmehr auf die Mithilfe von Kleinwesen aller Art angewiesen sind, um unsere Nahrung ordentlich verdauen zu können, wie die Pflanzenfresser auf die Zellulosebakterien oder die meisten höheren Pflanzen auf Pilze, welche ihre Wurzeln umspinnen und ihnen die Bodennahrung aufnahmefähiger machen.

Mereschkovsky hat den Gedanken der Symbiose noch weiter ausgesponnen und die Hypothese aufgestellt, daß jede Tier- und Pflanzenzelle an sich schon ein symbiotisches Wesen darstelle und daß diese

Symbiose schon in den ersten Erdepochen in Erscheinung getreten sei. Zuerst seien, als die Temperatur von 50—100° überall auf der Erde herrschte, bakterienähnliche Geschöpfe existenzfähig geworden, unterhalb 50° dann auch kernlose Moneren, welche in dem Kampfe mit den Bakterien diese nicht restlos vertilgten, sondern ihnen in ihrem Körper eine Wohnstätte zuwiesen, in der sie sich häuslich einrichten konnten. Die nukleinreiche Substanz der neuen Gäste soll den Zellkern gebildet haben, der seine eigenen Wachstums- und Teilungsgesetze denen der Moneren anpaßte. Aus der Monere war nun eine zellkernhaltige Amöbe entstanden, aus der wieder Flagellaten und höhere Tierformen sich ableiteten. Die Pflanzenzelle ist für ihn nichts anderes als eine Tierzelle, in die Chromatophoren von Blaualgen (Cyanophyceen) eingewandert, die ähnlich wie der Zellkern auf die neuen Zellen sich fortpflanzten. Die Pflanzen stellen somit nach Mereschkovsky ein dreifach symbiotisches Wesen dar. Die aus den Algen hervorgegangenen Pilze sollen jedoch der Farbstoffträger sich wieder entledigt haben und wie die Tiere nur noch ein zweifach symbiotisches Wesen darstellen. Manche Tiere nahmen grüne Pflanzen zu Hilfe und wurden so selbst grün, wie manche Amöben, Infusorien, Strudelwürmer, Polypen, Abb. 8, Fig. 1—4, die Hydra viridis, deren äußere Zellen mit Algen vergesellschaftet sind. Andere Tiere, wie die Leuchttiere, fingen sich phosphoreszierende Bakterien ein und sorgten dafür, daß auch die Nachkommen immer diese Begleitorganismen auf dem Weg ins Leben zugeteilt erhielten. Wir lernten zahllose Anpassungen zwischen Blumen und Insekten kennen, die Einrichtung von Nektarien in und außerhalb der Blüten, das Auftreten von Hefen und Bakterien in diesen süßen Flüssigkeiten und ihre Übertragung durch das Insekt auf frisch eröffnete Nektarien. Wir hörten von Hefen, die im Darm von Daphnien (Wasserflöhen) leben, mit ihren spitz geformten Sporen die Darmwand durchbohren und dann in der Leibeshöhle aussprossend, dem Wirt das Leben verleideten, von anderen Hefen wieder, daß sie zuckersaugende Insekten bewohnen, ohne diese zu benachteiligen. Bei der Schildlaushefe beobachtete man das Eindringen derselben in den Eiapparat und in die Eizellen und stellte fest, daß kein junges Tier ohne die Hefenmitgift ins Leben tritt. Bei anderen Zuckersaugern stellte man besondere Reinzuchtapparate fest, die das Tier angelegt, um die Hefen heranzuzüchten. Nicht nur eine Hefe wurde gezüchtet, sondern auch mitunter noch eine andere und für diese wieder ein anders gebauter Apparat vorgesehen. Man lernte eigenartige Beziehungen zwischen Tier und Pflanze bei den Gallenbildungen kennen. Das Gallentier erhält eine geräumige Wohnung in der Pflanze, aber die Wohnung allein genügt noch nicht zum Leben; wollte das Tier die Wände auffressen, so würde es bald ungeschützt sein; die Wandzellen sind überdies schwer verdaulich. Was macht da das Tier? Es legt mit dem Ei gleichzeitig bestimmte Pilzzellen in das Blatt u. dgl. ab, und dieser Pilz überzieht wie eine Tapete die Innenwände der Wohnung, entsendet Saugwurzeln in das Wandgewebe, holt aus ihm Säfte und legt diese in kugeligen Zellen fest, die dem Tier als Futter

dienen. Ähnlich machen es die Bohrkäfer im Holz; ihre Bohrgänge werden so angelegt, daß der mit dem Ei gleichzeitig abgelegte bestimmte Pilz saftige Holzteile bearbeiten kann, um dann daraus ähnliche Nahrungskörper an den Wänden der Bohrgänge zu erzeugen. Von all diesen

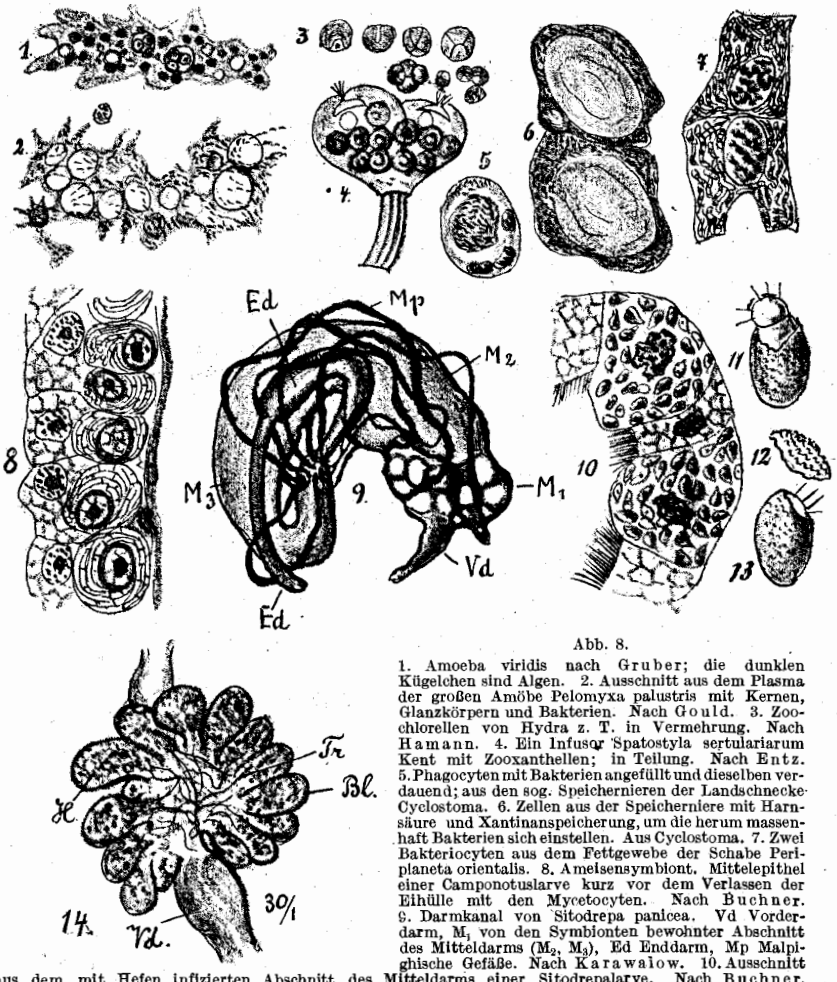


Abb. 8.

1. Amoeba viridis nach Gruber; die dunklen Kügelchen sind Algen. 2. Ausschnitt aus dem Plasma der großen Amöbe Pelomyxa palustris mit Kernen, Glanzkörpern und Bakterien. Nach Gould. 3. Zoochlorellen von Hydra z. T. in Vermehrung. Nach Hamann. 4. Ein Infusor Spatostyla sertulariarum Kent mit Zooxanthellen; in Teilung. Nach Entz. 5. Phagocyten mit Bakterien angefüllt und dieselben verdauend; aus den sog. Speichernieren der Landschnecke Cyclostoma. 6. Zellen aus der Speicherniere mit Harnsäure und Xantinanspeicherung, um die herum massenhaft Bakterien sich einstellen. Aus Cyclostoma. 7. Zwei Bakteriocyten aus dem Fettgewebe der Schabe Periplaneta orientalis. 8. Ameisensymbiont. Mittelepithel einer Camponotuslarve kurz vor dem Verlassen der Eihülle mit den Mycetocyten. Nach Buchner. 9. Darmkanal von Sitodrepa panicea. Vd Vorderdarm, M_1 von den Symbionten bewohnter Abschnitt des Mitteldarms (M_2, M_3), Ed Enddarm, Mp Malpighische Gefäße. Nach Karawalow. 10. Ausschnitt aus dem mit Hefen infizierten Abschnitt des Mitteldarms einer Sitodrepalarve. Nach Buchner. 11. u. 13. Die ausschlüpfenden Larven von Sitodrepa fressen einen Teil der Eischale und damit die anhaftenden Hefepilze. Nach Buchner. 12. Stück der Eischale mit den anhaftenden Hefepilzen. 14. Rosettenförmig angeordnete Blindsäcke, die mit Hefen angefüllt sind. Bl Blindsack, H Hefen, Tr Tracheen, Vd Vorderdarm. (Lindner u. Rost.)

Dingen wußte man also bereits. Aber es waren doch mehr oder weniger nur gelegentliche Mitteilungen, in denen sie uns zur Kenntnis gebracht wurden. Zu einem systematischen Verfolgen von Einzelheiten war es in den seltensten Fällen gekommen — der Arzt und Zoologe Šulc gehört zu diesen Ausnahmen —, noch weniger zu einer übersichtlichen

Darstellung des bereits Bekannten. Professor Dr. Paul Buchner hat mit glücklichem Griff sich diesen beiden Aufgaben gewidmet und sie in ausgezeichneter Weise durchgeführt. Sein unter dem Titel „Tier und Pflanze in interzellularer Symbiose", Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, 1921, herausgegebenes Buch (462 Seiten, 103 Abbildungen und 2 Tafeln) hält uns auf jeder Seite in dauernder Spannung. Es ist schwer zu sagen, welchem Kapitel die meiste Anziehungskraft zukommt; sie sind alle gleich packend dargestellt und durch mustergültige Zeichnungen illustriert. Auf den ersten Blick scheint es, als hätte die technische Biologie mit dem Thema keine näheren Beziehungen. Wir werden aber eines anderen belehrt, wenn wir erfahren, daß solche wertvollen Stoffe, wie der Schellack und die Cochenille jedenfalls durch die Mithilfe pflanzlicher Symbionten in den betreffenden Wirttieren entstehen, daß die holzbewohnenden Tiere zellulosebildende Symbionten sich ausgewählt haben, die vielleicht auch von uns noch technisch benutzt werden können. Für die Blutlaus ist von Peklo bereits die Bildung des Farbstoffes durch die Mikroben derselben nachgewiesen, ferner auch wahrscheinlich gemacht, daß sie stickstoffsammelnde Bakterien beherbergt. Nach Mahdi Hassan (1919) stellt der Gummi, der durch Gummibakterien aus dem Rindengewebe erzeugt wird, die hauptsächlichste Nahrung der lackproduzierenden Tiere dar. Es ist wahrscheinlich, daß diese Bakterien im Tier die Umwandlung von Gummi in Lack fortsetzen. Nach den Untersuchungen Peklos wirken Blattläuse durch ihre azotobacterartigen Symbionten stickstoffspeichernd; ein Umstand, der bei der Bodenanalyse von mit Läusen befallenen Topfkulturen zu berücksichtigen sein wird. Die oben erwähnte Mereschkovskysche Hypothese hält Buchner nicht für richtig.

Bis jetzt kennen wir interzellulare Symbiosen bei Insekten bei
Käfern: Anobiinen (Brotkäfer, Totenuhr im Holz), Lampyriden (Johanniswurm), Pyrophorus (Schnellkäfer),
Hautflüglern: Ameisen,
Schmetterlingen: zahlreiche minierende Formen,
Zweiflüglern: Mücken (nur während der Übertragung durch die Eier intrazellular),
Halbflügler: Pflanzenläuse, Zikaden, Wanzen,
Geradflüglern: Schaben, Läuse.

Für jeden Mikroskopiker bietet die Untersuchung des Fettgewebes der gewöhnlichen Küchenschabe (Abb. 8, Fig. 7) schon ein dankbares Untersuchungsobjekt. Die Bakteriocyten in derselben wimmeln von stark gekörnten Stäbchen (offenbar fettbildende Bakterien) des Bacillus cuenoti. Bei Ameisen (Abb. 8, Fig. 8) findet eine Infektion des Eies durch Bakterien statt; reichliche Bakterienwucherungen finden sich bei ihnen besonders im Mitteldarmepithel, was darauf deutet, daß die Bakterien hier eine ernährungsphysiologische Rolle spielen. Bei Schnecken (Abb. 8, Fig. 5) treffen wir intrazellular Harnstoffbakterien an. Im Darmepithel der holzfressenden Insekten, in Anobium paniceum, der vor allem in Kleie häufiger vorkommt, findet man Hefepilze massen-

haft vor in besonderen Zellen, die mit hefefreien abwechseln, aber deren Bürstenbesätze nach dem Darmlumen zu vermissen lassen (Abb. 8, Fig. 10—14). Die Hefen füllen die betreffenden Zellen so stark aus, daß nur noch wenig Plasma übrig bleibt. Zerzupft man die Zellen, so ergeben sich schöne Hefenbilder von meist birnenförmiger Gestalt mit jungen Sproßansätzen. Bei Ernobius abietis gleichen die Zellen Moniliahefen. Escherich hat in 1%iger Traubenzuckerlösung die Hefen zu kettenförmigen Verbänden heranwachsen sehen und dabei das Auftreten lichtbrechender Substanzen beobachtet (also jedenfalls Fetthefen). Die Eizellen der Anobien bleiben hefenfrei, ein Ausnahmsfall bei der intrazellularen Symbiose; die Neuinfektion geschieht durch den Mund. Daher muß auch die Hefe außerhalb des Tierkörpers lebensfähig bleiben. Die Hefen sitzen aber auf der ganzen Oberfläche der Eischale und werden von der jungen auskriechenden Larve, die sich durch letztere durchfrißt, mitgefressen. Die Eizellen werden von zwei drüsenförmigen Organen, die mit Hefen erfüllt sind und gewissermaßen Impftuben darstellen, mit letzteren übertüncht, wobei eine kittartige Masse das bessere Ankleben besorgt. In 24 Stunden alten Larven konnten bereits Hefen interzellular nachgewiesen werden, jedoch immer nur an den Stellen der künftigen Ausstülpungen des Darms.

Ähnliche aber mit Bakterien erfüllte Darmauftreibungen zeigt die Larve der Olivenfliege, während sie bei der Kirschfliege leer bleiben. Am Enddarm der Olivenfliege sind wie bei Anobium ebenfalls Impftuben, die austretende Eier mit dem Bacterium Savastoni bzw. einer dieses begleitenden, aber harmlosen Form, dem Ascobacterium luteum, beimpfen. Beide Bakterien können an den Zweigen des Ölbaums, nicht an den Blättern, eigentümliche Tuberkeln verursachen.

Über die physiologische Leistung der Anobienhefen spricht Buchner die Vermutung aus, daß sie vielleicht Zellulasen produzieren und so die Holzsubstanz mit verdauen helfen, vielleicht auch elementaren Stickstoff binden.

Bei den Schmetterlingen arbeiten namentlich die Raupen viel mit Mikroben zusammen, mit Ausnahme der Jugendformen, die im Parenchym der Blätter aus dem Ei entstanden; sobald die Raupe aus dem Gewebe heraus ins Freie tritt und die Nahrung weniger gut zermalmt wird, treten auch Infektionen auf. Bei den dicken Larven des Weidenbohrers Cossus cossus, die drei Jahre zur Entwicklung brauchen, und anderen Holzfressern ist der ganze Darm mit Holzbruchstücken erfüllt. In dem von dem Sekret aus Anhangsdrüsen des Darms durchtränkten Speisebrei entwickeln sich massenhaft Mikroben; vorherrschend aber sind es die Konidien des Pilzes Isaria, die sich hier, ohne jemals Mycelien zu bilden, lebhaft vermehren, aber im Mittel- und Enddarm in das Epithel eindringen und da zum Teil verdaut werden, oder weiter ins Blut vordringen und da den Leukocyten zur Beute werden oder in noch unversehrtem Zustand alle möglichen Gewebe der Raupe wie Muskulatur, Fettzellen, Geschlechtsorgane, vornehmlich die Hoden umhüllen. Ein Teil tritt aber auch in die Eier über und zerstreut sich zwischen

die Dotterkügelchen. Besonders üppig wuchert die Isaria im Darm, wenn die Raupen bei 25—30° gehalten werden; die Pilze wimmeln dann auf allen Holzteilchen und zersetzen diese durch eine Cytase. Der Pilz nährt sich so von dem Holz, die Raupe von dem Pilz — dieser soll die einzige Nahrung des Insektes darstellen. Der Darm wird hier selbst zum Pilzgarten. Über die Pilzart ist noch nicht alle Aufklärung vorhanden.

In den Blattläusen kommen im früher als Ernährungsdotter aufgefaßten und „Pseudovitellus" bezeichneten Organ runde Bläschenzellen vor, die Sulc für Schizosaccharomyceten ansah, Peklo aber für Bakterien und zwar Azotobacterarten, die also Luftstickstoff für die Blattlaus einfangen. Peklo erhielt aus der Blutlaus, Cephis tiliae, A. papaveris und Pemphigus entsprechende Reinkulturen. Der Pseudovitellus würde also für die Blattlaus die Rolle der Knöllchen bei den Leguminosen übernehmen. Bei Aphis platanoides (?) fand Krassiltschiks (1889) den Darm vollgestopft von einem äußerst kleinen Bakterium, selbst bei jungen Embryonen im Mutterleib: hier bildeten sie eine zusammenhängende Schicht üppig wuchernder Fäden, die sich später in Stäbchen aufteilten. Er nannte sie damals schon Biophyten und wollte damit ausdrücken, daß sie dem Wirtstier nützlich seien. Peklo fand (1912) diese Angaben bestätigt und züchtete die Bakterien in Bouillon + 6% Zucker, später in Fleischbouillon + Phloridzin aus der Birnbaumrinde. Die Nährflüssigkeit färbte sich prachtvoll rot, nahezu blutrot, und der Farbton war ein ganz ähnlicher, wie ihn der Saft der zerdrückten Blattlaus aufweist. In den Tannenläusen Chermes abietis beobachtete Buchner einen spaltpilzähnlichen Symbionten, in Phylloxera quercus eine Bakterie mit abwechselnd helleren und dichteren Zonen. Er glaubt, daß die Symbionten zur Klärung der schwierigen Speziesfrage bei den Chermiden mit herangezogen werden könnten. Peklo ist es gelungen (1916) aus der Reblaus die Symbionten in Reinkultur zu bringen.

Bei den Schildläusen ist die Deutung der Symbionten eine recht verschiedenartige gewesen, bis Lindner (1895) sie für Hefen erklärte. Die Bestimmung des Wirtstieres als Aspidiotus nerii hat sich nachträglich als unrichtig erwiesen; es handelt sich um eine Lecaniumschildlaus. Berlese fand bei Ceroplastes rusci apiculatus ähnliche Formen, die er auf künstlichen Nährböden züchten konnte, die aber auf diesen ähnlich wie die Escherichschen Anobienhefen Mycelien bilden, die im Tier selbst nicht auftreten.

L. Conte und Faucheron berichten 1907 über Hefen im Fettkörper einer Reihe von Lecaniumarten (Lec. hesperidum, Oleae, hemisphaericum); aus letzterer Art erhielten sie auf Bouillongelatine, Kartoffeln, Karotten, Pflaumensaft kräftige Kulturen. In diesen wurden die Hefen immer kleiner und enzystierten sich nach fünf Monaten mit einer dicken Membran, wobei sie einen ganz ähnlichen Anblick boten wie die Hefen, die man aus toten Lecanien herauszupfte. Buchner hat sich der Lecaniensymbionten besonders angenommen und ihre Hefen hinsichtlich

Gestalt, Inhaltskörper und Knospungsweise verglichen. Diese Tiere sind für solche Untersuchungen besonders günstig, da ja die Symbionten frei in der Leibeshöhle schwimmen, ihre Gestalt also ungehindert entfalten können und, wenn man ein Tier mit Nadeln zerzupft, das ganze Gesichtsfeld zu überschwemmen pflegen.

Buchner fand bei allen Lecanien den gleichen Typus der Symbiose und daß eine jede Art ihre eigene symbiotische Hefe führt. Auf zwei Tafeln hat er elf solcher Hefen nach dem Leben gezeichnet dargestellt, darunter Hefen aus demselben Wirtstier, das aber auf je einer anderen Pflanzenart schmarotzte. Hier ergaben sich ziemlich auffällige Unterschiede. Er weist auf die beiden Möglichkeiten hin, wie die Symbiose

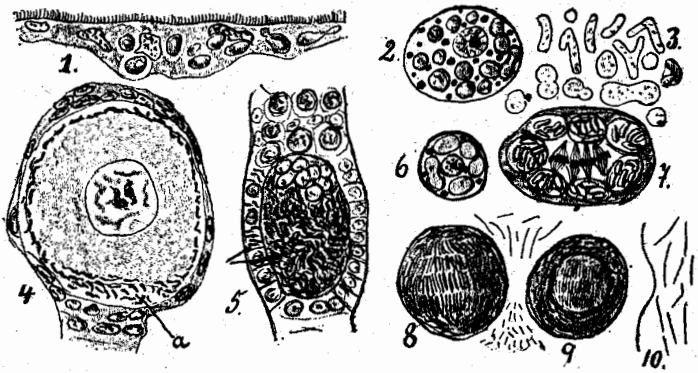


Abb. 9.

1. Sitodrepa. In das Epithel des Mitteldarms eingedrungene Hefen. 2. Mycetocyten von Diaspinen. Chrysomphelus dictyospermi. 3. Pseudococcus citri. Symbionten aus dem Mycetom. Nach Buchner. 4. Infektion des Eies von der Schabe Periplaneta orientalis durch den Bacillus cuenoti a. 5. Eine Bakterie als Ameisensymbiont. Infektion des Camponotuseies. Nach Buchner. 6. Mycetocyten von Diaspinen. Nach Buchner. 7. Mycetocyten von Pseudococcus citri in Teilung. Nach Buchner. 8. Fettzellen von Orthezia insignis, von Bakterien bewohnt, oberflächlich gesehen. 9. Dasselbe im Durchschnitt. Zwischen 8. u. 9. die symbiontischen Bakterien aus Orthezia vereinzelt. 10. Symbiontische Bakterien aus Pseudococcus adonidum. Nach Buchner.

sich ausgestaltet haben kann: entweder sind es relativ wenige verschiedene Hefen gewesen, die zu Symbionten geworden, und diese haben sich in dem jeweils verschiedenen Milieu etwas unterschiedlich entwickelt, oder die Akquisition der Hefen ist eine so alte, daß ein gut Teil der Artbildungen sich erst nachher innerhalb der Lekaninen vollzog und die verschiedenen, uns heute vorliegenden Formen sich parallel der Umwandlung ihrer Wirte gewandelt haben. Die Frage ist nur, ob diese unzweifelhaften Anpassungen auch erblich geworden sind, oder ob die trennenden Merkmale noch zu schwinden vermögen, wenn die Lebensbedingungen wieder die gleichen werden; einer experimentellen Prüfung ist diese Frage sehr wohl zugänglich. Da es gelingt, die Hefen außerhalb des Wirtes zu kultivieren, müßte man eine größere Anzahl morphologisch recht verschiedener Symbionten unter völlig gleichen Bedingungen züchten und ihre eventuelle teilweise morphologische und physiologische Annäherung genau verfolgen. In dieser Richtung

eröffnet sich dem vererbungsgeschichtlich interessierten Gärungsphysiologen überhaupt noch ein weites Feld.

Die Symbiose bei den Diaspinen (Abb. 9, Fig. 2, 6) ist gekennzeichnet durch die Aufnahme der Symbionten in spezifischen Mycetocyten, die kein Fett mehr speichern, sondern lediglich den Pilzen dienen, aber noch zu keinem besonderen Organ zusammentreten. Bei den Orthezinen (Abb. 9, Fig. 8, 9). treten schlanke stäbchenförmige neben kurzen Bakterien als Symbionten in Fettzellen, die in der Mitte eine große Fettkugel führen, auf. Die Fettzellen übernehmen hier also die Rolle der Mycetocyten; sie treten gruppenweise zusammen und werden so am Eipol aufgenommen und vom Eiplasma völlig umschlossen.

Bei den Coccinen werden besondere Organe, Mycetome, für den Pilz zur Verfügung gestellt, die bis $^1/_3$ der Tierlänge ausmachen können und auch bei Männchen, obwohl hier kleiner, ausgebildet werden. Diese Mycetome werden durch Tracheenstränge reichlich mit Luft versorgt.

Die Symbionten in den Mycetocyten erscheinen bei Pseudococcus citri (Abb. 9, Fig. 3, 10) in zahlreichen Schleimpaketen am Rande der Zellen, die inmitten außerordentlich viel Chromosomen aufweisen; die Symbionten selbst variieren in Form, Größe und Plasmadichte und bereiten eine besondere Infektionsgeneration vor, die das Ei infizieren soll. Die Formdifferenzen sind so bedeutend, daß man verschiedene Arten von Symbionten vor sich zu haben glaubt.

Bei den Monophlebinen treten eine Menge Teilmycetone beiderseits des Darmes auf, die von einem flachen Epithel umzogen sind; die Symbionten konnte Pierantoni in mit Zucker versetzter Gelatine zur Knospenbildung bringen. Von den Dactylopiinen-Symbionten, speziell denen der Cochenilleschildlaus weiß man noch wenig, ebenso von den Bewohnern der Asterolecaniinen und der Margarodinen. Über die kleine Gruppe der Aleurodiden, die ihren Namen dem mehlpuderartigen Belag verdanken — man findet sie auf der Unterseite der verschiedensten Pflanzen (Schöllkraut, Ahorn, Buche, Efeu, Hasel) — hat Buchner eingehende Untersuchungen angestellt.

Bei ihnen findet die Infektion des Eies nicht durch einzelne Pilze, sondern durch ganze Mycetome statt, die sich amöbenartig zwischen die Follikelzellen drängen und als Infektionspatrone in das Ei schieben. Er konnte hier gelegentlich ein Überwuchern der Symbionten und eine damit in Zusammenhang stehende Überproduktion von Pigment in sichtlich erkrankten Tieren feststellen. Bei den Psylliden (Blattflöhen) kommen zum erstenmal zwei einander ähnliche Sorten von Symbionten vor und noch ein dritter von diesen völlig verschiedener.

Bei den Cicadelliden, für die die bekannte Schaumzikade ein gutes Untersuchungsobjekt darbietet, sind kompliziertere Mycetome vorhanden von untereinander oft abweichendem Bau.

Wenn man die zarte Larve vom Schaum befreit, sieht man ein bald schön karminrotes, bald mehr gelbliches Organ beiderseits im Abdomen hindurchschimmern. Bei Aphrophora salicis traf B. ein Mycetom an, in dem zwei Symbionten untergebracht waren, von denen

der eine in gesonderten Zellen wohnt und von einem eigenen, nur Pigment enthaltenden Epithel umhüllt wird, während der andere in kleinen, eines Epithels entbehrenden Syncytien angetroffen wird.

Bei den Zikaden erreicht die Komplikation ihren Höhepunkt. Cicada orni, die Mannazikade, besitzt zwei verschiedene Symbionten, die ganz verschiedener Natur sind und völlig gesonderte Wohnstätten besitzen. Ein Organismus — eine schlanke, tränen- bis zigarrenförmige Hefe, die manchmal auch durch terminale Knospung längere Sproßverbände entstehen läßt und die riesigen Fettzellen in oft erstaunlichen Massen nach allen Richtungen erfüllt. Der zweite Symbiont lebt in Apfelsinenbäumchen ähnlichen Gebilden; jede Kugel stellt nicht eine Mycetocyte, sondern ein Mycetom dar, das aus einer pilzfreien Rinde

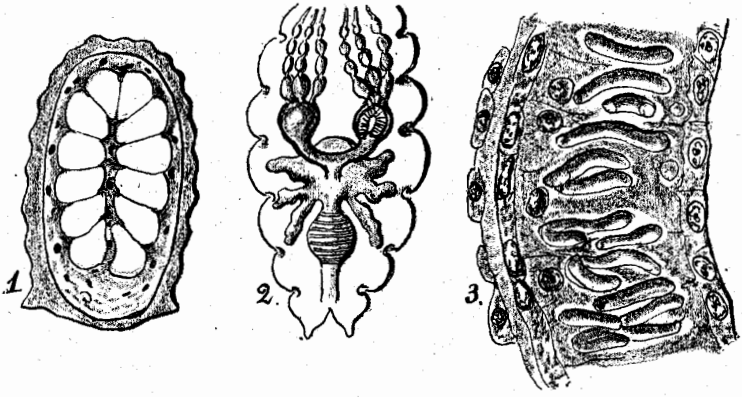


Abb. 10.

1. Mycetom der Kleiderlaus mit zahlreichen Fächern für die fädigen dicht gedrängten Symbionten. Nach Müller. 2. Weiblicher Geschlechtsapparat der Kleiderlaus, schematisch nach Müller. Da wo die Eiröhren in die Ampulle einmünden, liegt das im Durchschnitt hufeisenförmige Mycetom mit den Bakteriensymbionten. 3. Stück der Wandung der Ampulle mit den Bakterien bei der Kopflaus. Nach Buchner.

in Gestalt eines einschichtigen Epithels und wenigen zentralgelegenen Syncytien mit zahlreichen Pilzelementen besteht. Die Infektion der Eier erfolgt durch die verschiedenen Symbionten immer gleichzeitig. Bei den blutsaugenden Mücken (Culiciden) hat Schaudinn Gärungspilze im Darm festgestellt, die er zu den Entomophtorazeen stellt, da sie anfänglich hefeartig, später mycelartig wachsen. Auch in den Eiern und Larven waren identische Pilze nachweisbar.

Bei den Läusen (Kleider-, Kopf-, Filzlaus u. a.) (Abb. 10, Fig. 1—3) sind ebenfalls Mycetome von eigenartigem Bau nachgewiesen mit dichtgedrängten fädigen Symbionten. Buchner vermutet, daß die Symbionten eine Rolle beim Stech- und Saugakt spielen, indem sie vielleicht eine lokale Hyperämie mit nachfolgender Quaddelbildung erregen; weniger wahrscheinlich ist es, daß sie die Blutgerinnung verhindern. Er hofft, durch Einspritzung künstlicher Kulturen von Symbionten oder ihrer Extrakte Mensch und Tier gegen Schnaken und Läuse unempfindlich zu machen. „Damit wird ein Weg angedeutet, der von

weltfremden Spezialstudien ausgehend, vielleicht eines Tages mitten in die Hygiene hineinführt." Auch bei der Bettwanze hat B. Organe mit Bakterien gesehen.

Ein weiteres Kapitel besagten Buches befaßt sich mit der Leuchtsymbiose. Heut kann schon gesagt werden, daß jedenfalls ein beträchtlicher Teil der tierischen Leuchterscheinungen auf ein Zusammenleben mit leuchtenden Symbionten zurückzuführen ist. Die Meinung, daß das tierische Leuchten auf Nervenerregungen beruhen dürfte, muß fallen gelassen werden. Das Tier kann durch vermehrte Zufuhr von Sauerstoff durch seine Tracheen u. dgl. zu seinen Symbionten das Leuchten veranlassen.

„Gleich einem verständigen Baumeister oder Züchter ist uns der tierische Organismus stets gegenübergetreten, der zu prüfen, zu wählen, zu handeln verstand, wenn er nützlichen Keimen die Ansiedlung gestattete, wertlose ausschloß, wenn er ausgiebiges Zellenmaterial bereit stellte, um mehr oder weniger komplizierte Wohnstätten zu schaffen, oder wenn er einen Teil seines Tracheensystems zur Verfügung stellte. Wie oft mußten wir die mannigfachen Einrichtungen bewundern, die die Übertragung auf die Nachkommenschaft zu sichern vermochten, insbesondere die sinnreichen Einzelheiten der Eiinfektionen, der Gesetzmäßigkeiten im Verhalten der Symbionten während der Embryonalentwicklung." —

„und es steigt dann eine Ahnung vor uns auf, daß es mehr als einen bloßen Vergleich bedeuten möchte, wenn uns der Symbiontenträger wie eine urteilsfähige und entsprechend handelnde Persönlichkeit erscheint. Hier münden die Rätsel der Symbiose ein in das große Rätsel organischer Zweckmäßigkeit."

39. Ein hefenähnlicher Parasit Telohania corethrae in den Larven von Corethra plumicornis als Mikrosporidie erkannt.

In meinem Atlas der mikroskopischen Grundlagen, 2. Auflage, Berlin 1910, brachte ich zwei Bilder Anogi und Zareba, welche den fraglichen Organismus darstellen. In Zareba sehen wir am Kopfende der Larve eine Anzahl schwarzer Klumpen, die in Wirklichkeit weiß sind. In Anogi ist bei 500facher Vergrößerung ein solcher Klumpen durch Zerdrücken in seine Inhaltskörper zerteilt. Versuche, den Organismus in Würze zum Keimen zu bringen, scheiterten.

Die Natur und Zugehörigkeit der Mikrobe blieb so noch ungewiß. Das lebende Material der Corethralarven stammte aus Finkenkrug und war von meinem Laboratoriumswart Herrn Böhm eingesammelt, der mich auch auf das Vorkommen vereinzelter Individuen mit weißen Klumpen aufmerksam machte. Unter 100 Larven war kaum eine damit behaftet. Durch Zufall bei einem gelegentlichen Besuch des Reichsgesundheitsamtes in Dahlem erfuhr ich von Herrn Geheimrat Dr. Schubert, daß er sich mit einem Parasiten in der Corethralarve beschäftigt und die betreffende Studie bereits 1915 veröffentlicht habe. Aus dem

gütigst überlassenen Sonderabdruck, der mit zwei prächtigen Tafeln ausgestattet (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Band L, Heft I) ersah ich, daß hier der von mir bereits beobachtete Organismus vorlag und dieser nicht zu den Hefen, sondern zu den Mikrosporidien gerechnet werden muß. Schubert hat die Art Thelohania corethrae n. sp. benannt und sie zu den Oligosporoenen gestellt. Der Parasit entwickelt aus einem Sporonten acht Sporen. Wer sich Aquarien hält und seine Fische mit Corethralarven füttert, möge aus diesen Zeilen eine Anregung zur Beobachtung des Auftretens dieses eigenartigen Parasiten schöpfen. Schuberg fand ihn in den Corethralarven des Versuchsteiches im Garten des Gesundheitsamtes.

40. Vom Auge und vom Sehen.

Den optischen Vorgang im Auge werden wir am besten begreifen, wenn wir dasselbe mit einem photographischen Apparat in Vergleich stellen.

Wenn der Photograph auf die matte Scheibe blickt, sieht er ein umgekehrtes Bild von den Gegenständen, die vor dem Apparat sich befinden. Scharf umgrenzt und klar zeichnen sich jedoch nur diejenigen ab, die eine ganz bestimmte Entfernung vom Objektiv haben. Will er entfernte oder nähere Gegenstände scharf sehen, so muß er entweder den Apparat nach vorwärts oder rückwärts verschieben oder er muß die Entfernung der matten Scheibe vom Objektiv ändern, oder er muß eine andere Linsenkombination vorn anschrauben.

Wie auf der matten Scheibe, so malen sich auch auf dem lichtempfindlichen Hintergrund in unserem Auge die Gegenstände in umgekehrter Stellung.

Verschaffen wir uns ein Pferde- oder Ochsenauge, so können wir uns davon leicht überzeugen; wir brauchen nur oben ein genügend großes Guckloch auszuschneiden und durchzusehen.

Ohne weiteres sichtbar wird das umgedrehte Bild, wenn wir das äußerlich gereinigte Auge eines weißen (albinotischen) Kaninchens gegen das Fenster halten. Da das schwarze Pigment hier in der Netzhaut fehlt, schimmert das Bildchen hinten durch.

Ein Auge, das losgelöst vom lebenden oder toten Tier ist, zeichnet wie der photographische Apparat nur Gegenstände von ganz bestimmter Entfernung scharf. Das lebende Auge jedoch kann nach Belieben jedes vor ihm in weiterem Abstand als etwa 250 mm befindliche Bild scharf zeichnen, ohne daß ein anderer Linsensatz vorn nötig wird, ohne daß die lichtempfindliche Schicht, die Netzhaut oder Retina, in der die feinsten Endigungen des Sehnerven (Nervus opticus) liegen, nach vorn oder hinten verschoben zu werden, ohne daß es den Gegenständen selbst mehr oder weniger genähert zu werden braucht.

Der optisch wirksamste Teil unseres Auges ist die sogenannte Kristallinse, ein aus völlig durchsichtigen Zellen zusammengesetzter, schalenförmig geschichteter Gewebekomplex, der in einer gleichfalls durchsichtigen, dünnen Kapsel befestigt ist. Auf diese Kapsel wirkt ein ringförmiges Muskelband derartig ein, daß die Linse nach vorn gedrückt und dabei stark gewölbt werden kann. Die Beweglichkeit dieses Apparates bedingt das Sehen auf beliebige Entfernungen, die sogenannte Akkommodationsfähigkeit unseres Auges, die leider im Alter sehr nachläßt.

Wenn der Photograph grell beleuchtete Gegenstände aufnehmen will, schiebt er zwischen den Linsensatz eine Blendscheibe mit möglichst enger Öffnung ein. Unser Auge hat ebenfalls eine solche Blendvorrichtung: die Regenbogenhaut oder Iris; nur ist dieser Apparat wesentlich kunstvoller gebaut. In ihrem Innern liegen zwei Schichten von glatten Muskeln; ringförmige zum Verkleinern und strahlenförmige zum Erweitern der Pupille. Bei starkem Lichtreiz verkürzen sich die ringförmigen Muskeln zu einem engeren Ring: beim Aufhören desselben nehmen sie wieder die frühere Länge an, und die strahlenförmigen Muskeln treten in Funktion, die Pupille wird wieder größer.

Außer der Kristalllinse sind noch optisch wirksam die nach vorn gewölbte, durchsichtige Hornhaut mit der dahinter befindlichen wäßrigen Flüssigkeit; hinter der Linse füllt der sogenannte Glaskörper, eine gallertartige, glashelle, durchsichtige Masse, den größten Teil des Augapfels aus.

Das Auge sieht nur dann scharf, wenn das Bild auf der Netzhaut scharf gezeichnet ist; das ist dann der Fall, wenn jedem Punkt des geschauten Gegenstandes nur ein Punkt des Bildes entspricht. Fällt bei einem zu kurzen oder bei einem zu langen Auge oder bei sonst normaler Länge des Augapfels bei zu schwach oder zu stark gewölbter Kristallinse die Vereinigung des von einem Punkte ausgegangenen Strahlenbündels vor oder hinter die Netzhaut, dann erscheint der Punkt auf der Netzhaut nicht als Punkt, sondern als ein Kreis — Zerstreuungskreis —, und infolgedessen wird das ganze Bild auf der Netzhaut verschwommen aussehen.

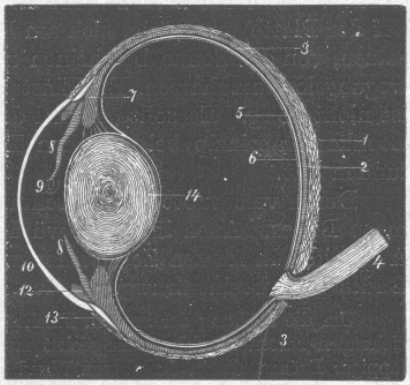


Abb. 11. Auge des Pferdes, von oben nach unten durchschnitten.

1 harte Augenhaut (Sclerotica), 10 durchsichtige Hornhaut, 2 Aderhaut (Chorioidea), vorn bei 8 in die Regenbogenhaut (Iris) übergehend, 5 Pigmentschicht, 6 Netzhaut (Retina), 4 Sehnerv, 14 die in einer Kapsel eingefaßte Linse, links davon 9 vordere Augenkammer, rechts der Glaskörper, 7 Strahlenkranz.

Die Vereinigung des von einem Punkt des geschauten Gegenstandes ausgehenden Strahlenbündels vor oder hinter der Netzhaut sucht man mit Hilfe von Konkav- resp. Konvexbrillen in die Netzhaut zu verlegen. Kurzsichtige tragen Konkavbrillen (seit der Mitte des 16. Jahrh.), Weitsichtige Konvexbrillen (seit dem Ende des 13. Jahrh.). Allzu kurzsichtige Personen lassen sich sogar die Kristallinse aus dem Auge herausoperieren. Diese Operation ist infolge Anwendung des Kokains, das 1889 von Koller entdeckt, fast schmerzlos und fast ohne Gefahr; nur muß die Kristallinse wochenlang vorher erst durch einen Nadelstich zur Bildung des grauen Stars veranlaßt worden sein, wodurch die Masse der Kristallinse die für das Herausnehmen nötige feste Konsistenz annimmt. Eine Vereiterung der Linse kommt jetzt kaum in 1% der Operationen vor. Ein junger Budweiser Arzt, Zukala, hat die Operationsmethode angegeben. Ob jemand kurzsichtig oder weitsichtig oder normalsichtig ist, — jeder Gegenstand in unmittelbarer Nähe oder in der Ferne bildet sich ziemlich scharf auf der Netzhaut ab, wenn nur ganz wenige Strahlen von jedem einzelnen Punkte desselben in das Auge gelangen. Man nähere das Auge auf 2—3 cm dieser Schrift, und man wird nichts lesen können, so verschwommen erscheinen die Buchstaben. Die Schrift erscheint aber sofort deutlich, wenn wir sie durch ein mit einer feinen Nadel gestochenes Loch eines Kartenblattes betrachten.

Sehr lehrreich ist der folgende, von Pater Schreiner 1652 zuerst beschriebene Versuch. Man steche zwei Löcher in ein Blatt, aber nur so weit voneinander entfernt,

daß die Pupille sie beide umschließen kann, und betrachte eine Stecknadel. Statt der einen Nadel sieht man zwei, solange sie nicht bis auf die Weite des deutlichen Sehens abgerückt ist. Erst in diesem Falle vereinigen sich die von der Stecknadel ausgehenden Strahlenbündel alle auf der Netzhaut. Ein Kurzsichtiger sieht die Nadel in geringerer Entfernung schärfer als ein Weitsichtiger. Als Norm für die Weite des deutlichen Sehens wird der Abstand von 25 cm angenommen.

Besäße der Mensch auf der Hautoberfläche lichtempfindliche Zellen, so würde ein einfaches Kästchen mit einem kleinen sorgfältig gerundeten Loch in der Frontseite genügen, um uns Bilder von der Außenwelt zu vermitteln, genau so wie es die Lochkamera tut, mit der man erstaunlich saubere Bilder erzielen kann. Da photographische Linsen jetzt unerschwinglich teuer geworden sind, möge auf diese Art der Photographie, deren Bilder ganz leidlich ausfallen, hingewiesen werden. Man hat z. B. zur Herstellung eines Selbstbildnisses (Negativ auf der Platte) nur nötig, sich am Fenster vor das Loch der Kamera zu setzen, von der Sonne bescheinen zu lassen und etwa eine Minute bewegungslos auszuharren. Ein Einstellen der Kamera mittelst Mattscheibe ist nicht nötig. Es sollte einmal darauf geachtet werden, ob nicht das Lochkameraprinzip bei manchen Tieren und Pflanzen Anwendung gefunden hat.

Durch verstaubte und verschmutzte Gläser erhält man verschwommene Bilder. Auch im Auge würde, sofern nicht der Staub durch die Augenlider in kurzen Zeiträumen weggewischt würde, die Klarheit des Bildes bald beeinträchtigt werden.

Um die Reibung der inneren Fläche des Augenlides auf der die Hornhaut überziehenden zarten Bindehaut möglichst zu vermindern, wird von mehreren Gruppen lappiger Drüsen, die in der oberen Wand der Augenhöhle liegen und Tränendrüsen heißen, fortgesetzt die aus Wasser und Salz bestehende sogenannte „Tränenflüssigkeit" abgesondert, welche sich dann im inneren Augenwinkel sammelt und durch den feinen Tränenkanal in den Tränensack und von da in die Nase gelangt, was wir namentlich beim Weinen sehr bald merken.

Auch etwa 30 Talgdrüsen, die „Meibomschen Drüsen" an dem inneren Rand der beiden Augenlider, sorgen durch Absonderung der sogenannten Augenbutter für verminderte Reibung.

Beim Mikroskopieren machen sich die Drüsensekrete öfters störend durch ihre Schattenbilder bemerkbar. Die Erscheinung der sogenannten „tanzenden Mücken", Mouches volantes, ist darauf zurückzuführen, daß unmittelbar vor der Netzhaut in dem Glaskörper Veränderungen vor sich gehen und die dabei beteiligten Körperchen ihre Schatten auf die Netzhaut werfen. Unter Umständen nehmen wir sogar die in der Netzhaut selbst liegenden Blutgefäße wahr: Wenn wir in einem dunklen Zimmer seitlich des Auges eine brennende Kerze hin und her bewegen, erscheint die „Purkinjewsche Aderfigur".

Woher kommt die Umkehrung des Bildes im Auge? Der Soldat, der einmal stehend, das andere Mal liegend auf das Zentrum der Zielscheibe einen Schuß abgibt, trifft mit der ersten Kugel den Kugelfang unten, mit der zweiten oben. So treffen die von dem oberen Teil eines Gegenstandes durch die Pupille hindurch ins Auge gesandten Lichtstrahlen die Netzhaut unten, die von unten gesandten oben. Hätte der Kugelfang fühlen können, so würde er bei der ersten Kugel einen Stoß von oben nach unten verspürt haben und auch die Kraftquelle nach oben verlegt haben. Ähnlich unsere Netzhaut:

Die vom Lichtstrahl getroffene Nervenendigung verspürt, aus welcher Richtung die Erschütterung gekommen ist, und in diese Richtung verlegt unsere Empfindung auch den leuchtenden Punkt.

Bezüglich der scheinbaren Größe eines Gegenstandes: Derselbe Gegenstand erscheint uns um so kleiner, je weiter er sich entfernt. Je weiter der Soldat sich von der Zielscheibe entfernt, um so mehr nähern sich die Punkte, wo jene zwei Kugeln im Kugelfang einschlagen; mit anderen Worten: der Winkel, welchen die beiden Geschoßbahnen vor und hinter dem Kreuzungspunkt (Zentrum der Scheibe) bilden, wird immer spitzer. Vorausgesetzt wird hier, daß die Geschoßbahnen gerade Linien darstellen, nicht krumme, wie in der Wirklichkeit. Beim Auge liegt der Kreuzungs- bzw. „Knotenpunkt" der von den oberen und unteren Endpunkten eines Gegenstandes ausgehenden und durch die Pupille eingetretenen Lichtstrahlen im hinteren Teil der Kristallinse, und der Winkel, welchen diese Strahlen bei ihrer Kreuzung bilden, heißt „Sehwinkel".

Bei zu kleinem Sehwinkel, etwa 1°, sind die Gegenstände nicht mehr erkennbar; dies tritt ein bei zu weiter Entfernung oder zu großer Kleinheit. Im ersteren Falle bedienen wir uns eines Fernrohres, im letzteren eines Mikroskopes, um den Sehwinkel zu vergrößern.

Sollen zwei Lichteindrücke von unserer Netzhaut noch als verschieden empfunden werden, so müssen die beiden Strahlen bei ihrem Eintritt in die Netzhaut mindestens 0,003 mm auseinanderliegen.

Mit bloßem Auge kann man einen solchen geringen Abstand nicht mehr erkennen. Die mikroskopische Untersuchung eines Netzhautquerschnittes belehrt uns, daß die letzten Nervenendigungen zapfen- oder stäbchenartige Gebilde von 0,0025 mm Durchmesser sind. Zwei innerhalb eines solchen Gebildes einfallende Lichtstrahlen würden zu einem einzigen Lichteindruck verarbeitet werden.

Auf der Netzhaut befinden sich zwei Arten nervöser Organe: die „Stäbchen" und die „Zapfen". Mit ersteren empfindet man nur Unterschiede von Hell und Dunkel; bei längerem Verweilen im Dunkeln erhalten sie immer mehr die Fähigkeit, Licht zu empfinden. Mit den Zapfen unterscheiden wir die verschiedenen Farben. Auf der Stelle der Netzhaut, mit der wir am deutlichsten sehen, befinden sich nur Zapfen, aber keine Stäbchen, während auf allen übrigen Stellen sich beide gemischt vorfinden.

Bei Nacht können wir einen Gegenstand noch am besten wahrnehmen, wenn wir nicht gerade auf ihn zu, sondern ein wenig an ihm vorbeisehen; sobald wir ersteres tun, also mit den Zapfen zu sehen versuchen, verschwindet er.

Die völlig Farbenblinden sind Stäbchenseher und besitzen überhaupt keine Zäpfchen auf der Netzhaut; sie empfinden nur Helligkeitsunterschiede, wie wir im Dunkeln. Über die Ursache der Grünblindheit und sonstige Zustände der Farbenblindheit fehlen noch genügende Aufschlüsse.

Wenn der Photograph sehr feine Einzelheiten auf die Platte bekommen will, darf er nur eine solche mit „feinem Korn" nehmen, in der also das Chlor- oder Bromsilber höchst fein in der Gelatine verteilt ist. Zu große Körner würden mehrere Lichtstrahlen auf einmal verschlucken und daher auch nur grobe Bilder geben. Indem das Licht auf das Chlor- oder Bromsilberkörnchen fällt, wird diese chemische Verbindung gelockert, so daß bei der nachherigen Behandlung der Platte im Entwickler (Hydrochinon-, Glycin-, Pyrogallusentwickler usw.) das Silber metallisch ausfällt und schwarze Töne gibt. Das Licht hat also hier eine chemische Veränderung des Silbersalzes bewirkt.

Auch im Auge bewirkt das Licht chemische Umsetzungen. Der sogenannte Sehpurpur, welcher die Zapfen und Stäbchen in der Netzhaut umgibt, wird durch das Licht zerstört, so zwar, daß bei fester Stellung des Auges ein sogenanntes Optogramm entstehen würde, in welchem die helleren Stellen anzeigen würden, wo die Lichtstrahlen den Sehpurpur allmählich aufgezehrt haben. Angestrengtes Sehen oder Mikroskopieren nimmt uns mehr Sehpurpur weg, als neu gebildet werden kann, und längere Ruhepausen sind notwendig, um diesen Ersatz zu schaffen.

Die Zäpfchen der Netzhaut sind jedenfalls nur auf drei Farben abgestimmt: Rot, Grün, Violett, welche als Grundfarben bezeichnet werden; bei ihrem Zusammenwirken empfindet sie das Auge als Weiß. Bei längerer Betrachtung, z. B. eines roten Objektes, ermüden allmählich die rot empfindenden Zäpfchen; richten wir nun das Auge auf eine weiße oder schwarze Wand, dann erscheint uns ein grünlichblaues Nachbild des roten Gegenstandes, weil der Erregungszustand der grün und blau empfindenden Zäpfchen andauert und die roten Strahlen aus der weißen Wand unwirksam bleiben.

Unser Auge ist nicht imstande, die Farbe eines Gegenstandes spektroskopisch zu analysieren, ähnlich wie wir mit dem Gehör die Töne eines Akkords auseinanderhalten können.

Rote Farben absorbieren Grün und eventuell Blau, gelbe Farben nur Blau, grüne Farben Orange und Rot, blaue Farben Rot, Orange, Gelb und etwas Grün.

Im allgemeinen empfinden wir an einem farbigen Gegenstand die Farbe um so gesättigter und um so leuchtender, je größer der Spektralbereich ist, der von dem betreffenden Körper absorbiert ist, und je vollkommener innerhalb dieses Bereiches die Absorption ist. Die Leuchtkraft der künstlichen Farbstoffe verdanken dieselben den scharfen Absorptionsbändern und der intensiven Absorption innerhalb gewisser Spektralbezirke.

Auch vollkommen farblose Körper weisen Absorptionsstreifen im Spektrum auf; ihre Lage ist jedoch so im Spektrum, daß sie sich gegenseitig kompensieren, wie sich zwei Komplementärfarben zu Weiß ergänzen. (Bläuen des Zuckers und der Wäsche, um die gelbe Farbe zu verdecken und sie weiß zu machen.)

Das Zustandekommen des mikroskopischen Bildes. Wenn der Photograph sich überzeugen will, ob die Einstellung genügend scharf ist, so pflegt er nötigenfalls eine Lupe zu Hilfe zu nehmen, um das Bild auf der matten Scheibe damit genauer zu betrachten. Auch dann, wenn er die matte Scheibe mit einer durchsichtigen vertauscht, bekommt er mit der Lupe das Bild zu sehen. In beiden Fällen erscheint dasselbe verkehrt und vergrößert. Das Mikroskop ist eine Kamera, mit der aber nur sehr kleine und unmittelbar vor das Objektiv gebrachte Dinge abgebildet werden können. Statt des ausziehbaren Balges sind hier ausziehbare Metallröhren vorhanden, deren innere Wandungen ebenfalls geschwärzt sind. Eine matte Scheibe fehlt an der Stelle, wo das Bild

durch die Vereinigung der Strahlenbündel zustande kommt; dafür ist aber eine Lupe vorhanden, durch die wir das Bild anschauen. Diese Lupe heißt beim Mikroskop Okular. Das Bild erscheint wie auf der matten Scheibe so auch im Okular verkehrt.

Die Mikrophotographie. Beim Photographieren mikroskopischer Dinge, wie Hefenzellen u. dgl., bringt man vor die Kamera ein Mikroskop; dessen Objektiv wirft bei genügender Annäherung an das Präparat ein Bild auf die am Ende der ausziehbaren Kamera befindliche matte Scheibe. Je weiter wir diese Scheibe entfernen, um so größer wird das Bild. Damit es aber nicht undeutlich, verschwommen wird, müssen wir das Objektiv wieder etwas mehr dem Objekt nähern.

Würden wir zwischen die Lichtquelle und das Objekt nacheinander verschiedene farbige Gläser einschalten, z. B. ein blaues oder ein gelbes, so würde die matte Scheibe nicht mehr das Bild in derselben Schärfe zeigen wie vorher, da die blauen Lichtstrahlen sich schon etwas vor der matten Scheibe, die gelben etwas hinter derselben vereinigen. Verschiedene Lichtsorten werden ungleich stark durch die Glaslinsen gebrochen. Eine Aufnahme bei einfarbigem (monochromatischem) Licht wird uns bei weitem schärfere, korrektere Bilder liefern wie eine Aufnahme mit dem weißen Sonnenlicht. Das kommt daher, weil das letztere, ebenso wie das elektrische Bogenlicht oder das Glühlicht, gleichzeitig verschiedene Lichtsorten ausstrahlt, von denen eine jede in einem besonderen Punkt zur Vereinigung kommt.

Der blaue Strahlenkegel hat seine Spitze vor der matten Scheibe, auf der das Bild mit weißem Licht eingestellt war; der gelbe Strahlenkegel hat seine Spitze hinter derselben, er ist somit länger als der blaue und auch breiter; er würde, wenn der blaue gleichzeitig zugegen wäre, wie es bei der Beleuchtung mit weißem Licht ja der Fall ist, mit seiner Randzone den letzteren umhüllen, oder mit anderen Worten: wenn wir die matte Scheibe bis zur Spitze des blauen Kegels schieben, wird das Bild mit einem gelben Saum umgeben werden. — Würden wir die matte Scheibe bis zur Spitze des gelben Strahlenkegels hinrücken, dann würden wir umgekehrt einen blauen Rand um das Bild wahrnehmen, weil die Randstrahlen des blauen Kegels ja nach ihrer Kreuzung sogleich wieder divergieren, und zwar viel stärker als die unter einem spitzen Winkel zusammenlaufenden gelben Randstrahlen. Nach dem Gesagten wird uns auch das bei minderwertigen Mikroskopen häufige Auftreten starker farbiger Säume erklärlich.

Das den optischen Werkstätten in bezug auf Mikroskope gesteckte Ziel ist, die Linsenkombination nach Form und chemischer Zusammensetzung so zu wählen, daß ein von Farbensäumen freies Bild zustande kommt oder, wie man sich ausdrückt, die „chromatische Abweichung "aufgehoben wird. Die achromatischen und apochromatischen Systeme sind das Resultat derartiger Bestrebungen gewesen. Ganz ist die sogenannte farbige Abweichung — chromatische Aberration — noch nicht beseitigt, jedoch ist sie auf ein Minimum reduziert. In den apo-

chromatischen Systemen hat man je drei Farben in einem Punkte vereinigen können, während man ehedem bei den achromatischen Systemen nur zwei Farben an einem Punkte zusammenbringen konnte.

Es ist einleuchtend, daß durch die erstere eine erheblich vermehrte Lichtkonzentration gegeben ist. Bei den Achromaten mußte darauf Rücksicht genommen werden, ob sie photographischen Zwecken dienen sollten oder zur Okularbeobachtung. Für letztere wurde ein möglichst scharfes Bild für die grüngelben Strahlen, welche dem Auge am angenehmsten sind, für erstere für die blauvioletten Strahlen, welche auf die photographische Platte am wirksamsten sind, angestrebt. Für alle anderen Farben geben die Achromaten mehr oder weniger verschwommene Bilder, welche teils als farbige Säume jenes schärfste Bild umgeben, teils als allgemeiner Nebel sich über die ganze Bildfläche verbreiten.

Nicht bloß auf die Objektive, auch auf die Okulare haben sich die Verbesserungen erstreckt. Ja, man hat z. B. bei den Kompensationsokularen der Firma Zeiß erreicht, daß Fehler der Objektive in der Randzone des Sehfeldes durch sie wieder korrigiert werden.

Wenn wir mikroskopische Bilder photographieren, bedienen wir uns auch noch besonderer Okulare, der sog. Projektionsokulare, bei welchen die Vereinigung der optisch und chemisch wirksamen Strahlen an einem Punkt angestrebt ist, damit das, was das Auge auf der matten Scheibe deutlich sieht, auch von der photographischen Platte mit gleicher Schärfe wiedergegeben wird.

Eine andere Schwierigkeit für den Optiker bietet noch die sphärische Aberration. Das auf der matten Scheibe erscheinende Bild erweist sich in der Mitte und nach dem Rande zu ungleich scharf. Beide gleichzeitig scharf einzustellen, ist ein Ding der Unmöglichkeit. Aber auch nach dieser Richtung hin hat man Fortschritte gemacht durch den Bau sogenannter aplanatischer Objektive. Die sphärische Abweichung ließe sich wohl auch vermeiden, wenn es technisch möglich wäre, elliptische Gläser so genau zu schleifen wie halbkugelige Linsen.

Bilder ohne sphärische und chromatische Aberration sind erhältlich mit Hilfe des parallelen Lichtes, also mit Schattenbildaufnahmen, wie sie Verf. eingeführt und in seinem Buch: „Photographie ohne Kamera", 1920, Union, Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin C, Krausenstraße 35, beschrieben hat. Obwohl die Schattenbildaufnahmen nicht als Mikrophotogramme aufzufassen sind, eignen sie sich wegen der Schärfe der Wiedergabe, namentlich auf Gaslichtpapier mit feinem Korn, doch zur mikroskopischen Betrachtung bis zu etwa 50facher Vergrößerung. Schattenbilder von anatomischen Präparaten, Gesteinsdünnschliffen, feinen Sieben und Geweben, Wollsorten und allen Arten Fasern, zartgegliederten Pflänzchen und Kleintieren bieten gute Objekte dafür. Natürlich lassen sich Schattenbilder von farbigen durchscheinenden Objekten (geschliffene Edelsteine, Bernstein u. dgl.) auch auf Autochromplatten farbig gewinnen. Besonders günstig gestalten sich die Aufnahmen nach diesem Verfahren bei schnell beweglichen Kleintieren.

41. Veränderungen und Schädigungen des Auges durch die direkten sichtbaren Lichtstrahlen.

Die Hornhaut des menschlichen Auges beginnt schon Strahlen von 360 $\mu\mu$ Wellenlänge kräftiger zu absorbieren, solche von 300 $\mu\mu$ werden völlig absorbiert.

Die Linse beginnt schon im Blau zu absorbieren; die Absorption nimmt mit dem Alter zu, bei einem 60jährigen Menschen gelangen Strahlen von weniger als 400 $\mu\mu$ nicht mehr zur Netzhaut.

Die Augengewebe, vor allem Linse und Netzhaut, fluoreszieren unter dem Einfluß kurzwelligen blauen Lichtes, am stärksten bei Strahlen von 400—375 $\mu\mu$. Experimentell sind durch kurzwelliges Licht mikroskopische Veränderungen in dem Kapselepithel der Linse und der Netzhaut nachgewiesen; ferner sind durch vergleichende Messungen Störungen in der Dunkeladaption der Netzhaut festgestellt, die durch kurzwelliges Licht erzeugt.

Hieraus ergibt sich, daß die Schneeblindheit und die elektrische Ophthalmie durch Strahlen von weniger als 360 $\mu\mu$ veranlaßt werden. Bei geringerer Intensität erzeugen sie den Lichtkatarrh der Augen und die unangenehme Empfindung, die wir als Ermüdung der Augen bezeichnen.

Die Strahlen, welche die Linse absorbiert und ihre Fluoreszenz erzeugen, wirken auf das Linseneiweiß, wie auch sonst auf Eiweißkörper koagulierend und veranlassen die im Alter häufig auftretende, als Altersstar bezeichnete Linsentrübung. Das Licht ballt die kleinsten Teile kolloidaler Substanz zu größeren Aggregaten zusammen.

Der Star beginnt meistens in der unteren Linsenhälfte, die von dem direkten Sonnenlicht häufiger getroffen wird. Das vom Boden reflektierte Licht hat viel weniger kurzwellige Strahlen. (Nach Schanz, Journal für Gasbeleuchtung 1913, 52, und Münch. mediz. Wochenschr. 1914, 34). Der Blitzstar ist die Folge der intensiven Wirkung eines in der Nähe niedergehenden Blitzes.

Nach Heß fehlt allen Wirbellosen und unter den Wirbeltieren noch den Fischen die Fähigkeit, getonte bunte Farben wahrzunehmen; ihnen erscheint die Welt grau in grau, genau so wie bei einem total farbenblinden Menschen, genau so wie bei jedem Normalsichtigen, der bei dunkeladaptiertem Auge bei schwacher Beleuchtung, d. h. ausschließlich mit Hilfe seines Stäbchenapparates, beobachtet. Für alle diese Tiere liegt die hellste Stelle des Spektrums im Gelbgrün oder Grün, während für das farbentüchtige, helladaptierte menschliche Auge die hellste Stelle im Gelb liegt. Nur die höheren Klassen des Wirbeltierstammes, die Amphibien und Säugetiere einerseits, Reptilien und Vögel anderseits haben ein dem Menschen ähnliches oder gleiches Farbesehen.

Die Schildkröten sehen von der Welt der Farben ungefähr so viel wie durch ein gelbrote Brille. Tagvögel sehen wie durch ein hellorangefarbenes, Nachtvögel wie durch ein viel heller gelbliches Glas, Eidechsen so wie wir. Im Dunkelraum sehen also Hühner Reiskörner im blauen und violetten Teil des Spektrums nicht. (Verhdlg. der Naturf. u. Ärzte, Wien 1913.)

42. Zur Geschichte des Mikroskops und der mikroskopischen Forschung.

Das Brennglas und der Hohlspiegel aus Glas, Kristall oder bzw. poliertem Metall sind die Vorläufer unserer Vergrößerungsinstrumente.

Im Jahre 400 v. Chr. spricht der griechische Komödiendichter Aristophanes in seinen „Wolken" von einer entzündenden Kugel, von einem Glase, durch welches man mit Hilfe der Sonnenstrahlen Papier in einiger Entfernung in Brand stecken könne. Im Palast Assurnasirpals im alten Ninive wurde neuerdings durch Lagard neben einer Vase aus Glas auch eine flach konvex geschliffene Linse aus Bergkristall ausgegraben. Trotz der mangelhaften Ausführung ist es möglich, daß sie einst als Vergrößerungs- oder als Brennglas benutzt wurde.

Sokrates (469—399 v. Chr.) fragte einst einen gewissen Strepsiodes, wie er es anfangen wolle, um sich einer Klage auf Abzahlung von 5 Talenten zu entziehen. Darauf sagte letzterer: „Hast du beim Heilkrauthändler jenen schönen durchsichtigen Stein gesehen, wo man mit Feuer zündet?" Sokr.: „Du meinst das Glas?" Str.: „Das mein' ich." Sokr.: „Was willst du damit?" Str.: „Wenn der Schreiber jene Klageschrift gegen mich ausgeführt hat, nehme ich das Glas, halte es gegen die Sonne und schmelze damit seine Schrift (auf der Wachstafel) fort." Zu den Worten: „Das Glas meinst du" bemerkt Scholiast: Es ist ein radförmiger Gegenstand aus Glas.

Plinius (23—79 n. Chr.), der Verfasser des in 37 Büchern uns erhaltenen Werkes „Historia naturalis", dessen Inhalt nach des Verfassers eigener Versicherung aus mehr als 2000 Bänden geschöpft ist, sagt: „Wie ich finde, sind einige Ärzte der Meinung, zum Brennen am Körper sei nichts besser als eine den Sonnenstrahlen entgegengehaltene Kristallkugel." Weiter berichtet er: Wenn man mit Wasser gefüllte gläserne Kugeln der Sonne aussetzt, erzeugen sie eine solche Hitze, daß man Kleider damit in Brand setzen kann.

Der griechische Schriftsteller Plutarchos (46—120 n. Chr.) erzählt: „Wenn das Feuer der Vesta zufällig erlischt, so darf es nie von einem anderen wieder angezündet werden, sondern man muß dann ein ganz frisches anmachen und von der Sonne eine reine und unbefleckte Flamme auffangen. Man bedient sich dazu gewöhnlich der Hohlspiegel (*σκαφεῖα*, eigentlich ein Schöpfgefäß), deren Höhlung durch die Seiten eines gleichschenkligen, rechtwinkligen Dreiecks begrenzt sind, und deren Umfang in einer Spitze endigt. Wenn man sie gegen die Sonne stellt, so daß die von allen Seiten zurückgeworfenen Strahlen sich im Mittelpunkt sammeln, so teilen sie die verdünnte Luft und setzen die in ihre Nähe gebrachten trocknen und leichten Gegenstände in Brand, indem die Strahlen durch das Zurückprallen die Natur und die Wirkung des Feuers annehmen."

Seneca, der Lehrer des römischen Kaisers Nero, erwähnt, daß Glaskugeln, die mit Wasser gefüllt sind, uns eine kleine und undeutliche Schrift größer und deutlicher erkennen lassen. Im Mittelalter sind Brenngläser schon vielfach im Gebrauch. In Freising wurden sie regelmäßig am Karsamstag benutzt, um „das heilige Feuer am Licht der Sonne zu entzünden". Auch zu Heilzwecken dienten sie, so zum Brennen der Epileptischen. Als Kuriosum sei noch erwähnt, daß ein gewisser Matmüller dem Kaiser Ferdinand III. (1637—57) einen Brennspiegel aus Eis verehrte.

Im 13. Jahrhundert kommen die konvexen Brillen auf. Der Zunft der Brillenschleifer gehören **Johannes** und **Zacharias Jansen** an, die in Middelburg in Holland um 1590, also ungefähr 100 Jahre nach der Entdeckung Amerikas, das erste zusammengesetzte Mikroskop fertigten.

1608 wird von Lippersheim das Fernrohr entdeckt.

Die ersten Mikroskope oder „Smikroskope" dienten zunächst mehr zur Belustigung der Gelehrten und der Laien, als zu ernster Beschäftigung; sie führten gewöhnlich die Bezeichnung „Flohgläser", weil der lebende Floh das beliebteste Beobachtungstier war. Der Besitz eines solchen Instruments war mitunter nicht ohne Gefahr. Man hatte dabei zu gewärtigen, als im Bunde mit dem Teufel stehend verdächtigt zu werden.

So erging es beispielsweise dem Pater Schreiner, der, mit einem Flohglas ausgerüstet, aus Holland nach Bayern, Österreich und Tirol reiste. In einem Dorfe des letzteren wurde er von einem Fieber befallen, dem er nach einigen Tagen erlag. Bevor die Dorfbewohner die Leiche zur Erde bestatteten, stellte der Schulze mit den Schöppen eine Untersuchung der Effekten des Verstorbenen an, unter welchen sich auch ein solches Flohglas befand. Die Anwesenden entsetzten sich bei dem Anblick desselben und schalten den Verstorbenen einen Giftmischer, der den Teufel in einem Gläschen eingeschlossen mit sich umhertrüge, und wollten ihm das Begräbnis verweigern.

Während man sich noch darüber stritt, wurde das Instrument durch Zufall oder vielleicht auch absichtlich geöffnet, und es kam nur — ein winziger Floh heraus.

Ein Fortschritt war es zunächst, als man daran ging, den Abstand des Objekts gegen die Linse nach Belieben verstellbar zu machen. Die ersten Leuwenhoekschen Mikroskope bestanden aus einer einfachen Linse, die zwischen zwei durchlochten Silberplatten festgeklemmt war; durch die Silberplatten war ein zweites Loch gebohrt, das einen Metallstab trug, auf welchem ein Stift nach Belieben hin und her geschoben, also der Linse genähert oder von ihr entfernt werden konnte.

Aus dem Umstand, daß man Silberplatten zur Linsenfassung benutzte, können wir schon entnehmen, daß man auch das Unwesentliche an der Sache auffällig machen wollte. Das erste zusammengesetzte Mikroskop von Jansen wird z. B. folgendermaßen beschrieben: Es bestand aus einer vergoldeten Messingröhre von $1^1/_2$ Fuß Länge und 2 Zoll Durchmesser. Es wurde von drei Delphinen aus dem nämlichen Metall getragen und ruhte auf einem Fuß aus Elfenbein. Es soll später dem Erzherzog Karl Albrecht von Österreich, der 1595 Generalgouverneur der Niederlande wurde, zum Geschenk gemacht worden sein.

Das älteste zusammengesetzte Mikroskop, von dem wir eine Abbildung besitzen, war von dem Engländer Robert Hooke (1638 bis 1703) gebaut worden. Es hatte eine Länge von 7 Zoll und einen Durchmesser von 3 Zoll und konnte mittelst vier ineinandergeschobener Röhren verlängert werden. Es besaß eine kleine Objektivlinse, eine Sammellinse und eine starke Okularlinse. Hooke, der Mitglied der 1660 gegründeten Royal society und später langjähriger Präsident derselben war, hat auch ein damals als Wunderwerk angestauntes Buch „Mikrographie" 1665 herausgegeben. Er hat mit seinem Mikroskop eine Menge wichtiger Entdeckungen gemacht und durch seine wissenschaftliche Autorität auch die Kenntnisse von den mikroskopischen Dingen in andere wissenschaftliche Kreise verbreitet, da die Royal society die geistige Zentrale der damaligen Gelehrtenwelt darstellte.

Robert Hookes universaler Geist bekundete sich auch in dem Ausspruch: Die Versteinerungen seien Überreste ausgestorbener Tiere und Pflanzen, und zwar solcher, wie sie in den heutigen Tropen noch wachsen. England müsse einst meerbedeckt in den Tropen gelegen haben. Die Änderung der klimatischen Verhältnisse erklärt er sich durch die Annahme, daß die Neigung der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn sich geändert habe infolge der Verrückung des Schwerpunktes der Erde. Es sei möglich, aus den Fossilien der verschiedenen Gesteinsschichten zu einer Chronologie der Versteinerungen zu gelangen (vom ersten Schöpfungstag an bis zur Sintflut). Sein Zeitgenosse John Ray wies 1693 auf die Übereinstimmung der Küste von Dover und Calais hin, welche auf einen ehemaligen Zusammenhang deutete und erklärte die Entstehung der Straße von Calais.

Hooke war es, der bei Betrachtung des Flaschenkorkes und des Hollundermarkes Hohlräume im Pflanzengewebe entdeckte, die er

wegen der Ähnlichkeit mit den Gebilden der Honigwabe als Zellen bezeichnete. Ein besonderes Verdienst von ihm aber war es, daß er der

Entdeckung des lebenden Mikrokosmos

durch **Leeuwenhoek** (sprich: lee-uwenhuk) zur allgemeinen Anerkennung verhalf.

Diese Entdeckung bildet eigentlich den Ausgangspunkt dessen, was unter dem Namen der Mikrobenkunde in unserem Zeitalter zu so hoher Bedeutung gelangt ist.

Im September 1675 findet L. in Regenwasser, das in einer ausgepichten Tonne einige Tage gestanden und eine zarte, lebhaft in allen Farben des Regenbogens schillernde feine Haut gezeigt hatte, eine Menge kleiner lebender Geschöpfe, die in lebhaftester Bewegung sich tummelten. L. glaubte zunächst, die lebendigen Atome der Welt vor sich zu haben, bis ihn die Beobachtung, daß die Bewegungen völlig willkürliche seien, dazu bestimmte, jene Geschöpfe als winzige Tierchen, animalcula, zu bezeichnen. Regenwasser, das er auf zerstoßenen Pfeffer goß, enthielt nach einigen Tagen massenhaft kleine Tierchen, bis 10000 in einem Tropfen, während frisches Regenwasser oder geschmolzener Schnee frei davon waren.

Leeuwenhoek stellte sich auch die Frage: Woher stammen die Geschöpfe, die sich im Wassertropfen nachweisen lassen? Er antwortet folgendermaßen: Sie sind nicht von selbst aus dem Wasser entstanden, sondern sie haben sich aus Keimen entwickelt, die in der Luft vorhanden waren. Wenn sie sich in dem Aufguß von zerstoßenem Pfeffer oder anderen Pflanzenstoffen besonders zahlreich entwickeln, so kommt dies von der reichlichen Ernährung.

Leeuwenhoek hatte also eine neue Welt entdeckt, in die noch kein menschliches Auge vorgedrungen war, er war der Kolumbus der für unser Wissen neuesten Welt, des Mikrokosmos geworden.

Für das Gärungsgewerbe hat Leeuwenhoek, der Sproß einer alten Brauerfamilie, die besondere Bedeutung, daß er auch der Entdecker des mikroskopischen Hefenbildes geworden ist, ferner der Bakterien, Schimmelpilze und der Stärkekörner. Leeuwenhoek kann mit Fug und Recht als der Vater der gärungstechnischen Biologie bezeichnet werden.

Am 16. September 1678 beschreibt er die Entdeckung der Bakterien in seinem Mundspeichel; er fand vier Sorten: kurze und lange Stäbchen, Spirillen und Mikrokokken; erstere zeigten schnelle Eigenbewegungen und schossen wie ein Pfeil durchs Gesichtsfeld; die kurzen drehten sich wie ein Kreisel oder überstürzten sich. Im Zahnschleim zweier vornehmer Damen und eines Kindes fand er dieselben Formen. Bei einem alten Mann, welcher niemals Branntwein und selten Wein genoß, niemals rauchte und seine Zähne nie reinigte, war die Anzahl der Bakterien besonders groß. Das Gegenstück dazu, ein alter Mann, der regelmäßig des Morgens Branntwein, des Mittags Wein zu trinken pflegte, stets rauchte und die Zähne ebenfalls nie reinigte, hatte nur wenig kurze Bazillen im Mund. Wenn L. heißen Kaffee trank oder den Speichel mit Essig versetzte, verloren die Bakterien ihre Eigenbewegung.

In einem seiner Versuche vom 14. Juni 1680 fand er, daß die Bierhefe aus Globulen, Kügelchen, bestand, die den Blutkörperchen ähnlich gebaut seien. Die Abstammung der Hefe glaubt er vom Getreidemehl, das zur Bierbereitung gebraucht wurde, annehmen zu müssen. Würze vom Kühlschiff enthielt Hefe verschiedener Größe, welche zu 2, 3, 4—6 aneinander lagen. Die Ursache der Gasentwicklung konnte er nicht ergründen; sie habe Ähnlichkeit mit der Gasbildung, die auftrete, wenn man Krebsaugen oder Kreide in Essig werfe. In der Weinmutter fand er wieder Hefezellen, welche sehr unregelmäßig waren und von denen einzelne Zellen ganz allein, andere wieder zu 2, 3, 4, 5 oder 6 Zellen aneinander lagen. Der Bodensatz von unvollständig vergorenem Wein bestand ebenfalls

aus lauter Globulen, jedoch waren diese kleiner als die der Bierhefe. In sog. „stummen" französischen Weinen, die in stark geschwefelten Fässern verschickt wurden, beobachtete er, wie die Hefezellen bei Beginn der Gärung, die beim Stehenlassen des Weines im Glase allmählich eintritt, von den Luftbläschen mit nach oben gerissen wurden und dann sich wieder trennten, um zu Boden zu fallen. Er glaubte sehr deutlich in den Gläsern zu sehen, daß die Hefezellen, welche zu 4 oder 6 aneinander lagen, einander loshießen und als freie Zellen weiter lebten. Bei Bierhefe konnte er das Loslassen der Zellen nicht beobachten, er meinte, daß „Bier dicker sei als Wein und deshalb die Bierhefezellen nicht so leicht auseinander gehen". In gärenden Sirupen der Apotheken fand er auch Globulen, jedoch waren sie noch kleiner als die des Weines; er fand, daß diese Globulen den Zucker und deshalb auch den süßen Geschmack des Sirups wegnehmen und dafür eine Säure, also auch einen säuerlichen Geschmack hervorbringen.

Die Aufregung, welche die Leeuwenhoeksche Entdeckung des Mikrokosmos damals in der Gelehrtenwelt verursachte, geht am deutlichsten daraus hervor, daß ihr 1677 in einem feierlichen Protokoll der Royal society in London, welches von den größten Männern jener Zeit unterzeichnet ist, gleichsam eine offizielle Bestätigung zuteil wurde.

Leeuwenhoek war ein geschickter Linsenschleifer und hat selbst über 200 Mikroskope, von denen er allein 26 der Royal society zuwendete, angefertigt.

Leeuwenhoek zeigte zuerst den Kreislauf des Blutes im Schwanz der Froschlarve und entdeckte dabei die Blutkörperchen, die von Malpighi zwar gesehen, aber als Fettkügelchen gedeutet worden waren. Er entdeckte ferner die Querstreifung der willkürlichen Muskeln, die Zahnkanälchen und die ungeschlechtliche Vermehrung der Blattläuse. Epochemachend war auch seine Entdeckung der Samentierchen und der Infusorien, obwohl sie von ihm selbst nicht in wissenschaftlichem Sinne weiter ausgebeutet wurde. Nach einer streng wissenschaftlichen Methode arbeitete er eigentlich nicht; er ließ sich vielmehr durch jeden Zufall zu den sonderbarsten Abschweifungen veranlassen. Dafür aber besaß er eine strenge Wahrheitsliebe, unermüdlichen Fleiß und große Gewissenhaftigkeit.

Gestorben ist er im hohen Alter von 90 Jahren am 26. August 1723 in Delft, wo er in der Oude Kerke begraben liegt. Auf dem Grabmal liest man folgende Widmung:

Zu einem frommen und ewigen Andenken an Anthony von Leeuwenhoek, Mitglied der „Royal society" in England,

„Der die Verborgenheiten der Natur und die Geheimnisse der Physik mit Hilfe von Mikroskopen, von ihm selbst erfunden und erstaunlich kunstvoll verfertigt, durch unermüdliches Streben und Untersuchen enthüllt und in der niederländischen Sprache beschrieben hat, wodurch er sich um die ganze Welt außerordentlich verdient gemacht hat."

Näheres über Leeuwenhoek wolle man in dem verdienstlichen Aufsatz van Heests in der Wochenschrift für Brauerei 1905, Nr. 4—8 nachlesen. Eine treffliche Schilderung der Erregung, die in gebildeten Kreisen bei dem ersten Auftauchen von Sonnenlichtprojektionen in der Camera obscura Platz griff, gibt die kleine Erzählung „Ledermüller" von Carl Willnau (1921), die von jedem Mikroskopiker gelesen werden sollte; desgleichen: „Neues aus der Zopfzeit. Gottscheds Briefwechsel

mit dem Nürnberger Naturforscher Martin Frobenius Ledermüller und dessen seltsame Schicksale"; herausgegeben von Dr. Emil Reicke 1923, beide im Verlag Kurt Scholtze Nachf., Leipzig.

Das Verdienst, eine systematische Erforschung des inneren Baues der Gewächse mit Hilfe des Vergrößerungsglases eingeleitet zu haben, gebührt einem italienischen Arzt und Anatom: **Marcell Malpighi.**

Er hatte sich einst einen Splitter von Kastanienholz, den er sich in die Hand gejagt hatte, nach dem Herausziehen unter dem Mikroskop angesehen und ihn aus lauter Schläuchen bestehend gefunden. Diese zufällige Begebenheit bestimmte ihn zur konsequenten Anwendung des Mikroskops in seiner Wissenschaft. Er entdeckt neben den Bläschen und den fasrigen Bestandteilen der Pflanzen auch Bündel von Röhren, die Vasae oder Gefäßbündel, Gefäße. Er unterscheidet bei der Rinde die äußeren, abfallenden, toten Zellen von den inneren, lebenden; er stellt den senkrechten Verlauf der Holzfaser fest und den radialen Verlauf der Markstrahlen, sowie die Verbindung der Gefäße mit den Blättern.

Gleichzeitig mit Malpighi und Hooke ist **Nehemias Grew** zu nennen. Er vergleicht die Struktur des Holzes in dünnen Querschnitten mit einem Gewebe und spricht von Pflanzengeweben. Auch den Ausdruck „Parenchym" führt er ein, und zwar für die bläschenförmigen, dem Lungenparenchym ähnlich gebauten Gewebsmassen. Grew beschreibt die Gefäße und auch die Struktur der Zellwandungen schon viel vollständiger als Malpighi.

Nun tritt eine längere Pause in der mikroskopischen Forschung ein. Man hatte den Fehler gemacht, alles bei zu starker Vergrößerung sehen zu wollen. Da die Glaslinsen aber noch zu wenig korrekt geschliffen wurden, da ferner noch nicht bekannt war, wie man die farbigen Ränder der Bilder vermeiden könne, wurden letztere nie besonders deutlich. Hier half die Phantasie nach, und so entstanden die ungeheuerlichsten Schilderungen, die das Mikroskop bei den ernsteren Forschern bald in Verruf brachten. Noch durch einen anderen Umstand wurde die allgemeine Aufmerksamkeit von den mikroskopischen Studien abgelenkt.

Linné (1707—78) hatte inzwischen für eine andere Disziplinin der Botanik, die Systematik, neue Bahnen eröffnet, und die Mehrzahl der Forscher lenkte in dasselbe Geleise ein. Linnés Leistungen lagen hauptsächlich in der Kunst der Beschreibung. Er verstand die einzelnen Organe der Pflanzen genau zu präzisieren, schuf klare, nicht mißzuverstehende Begriffe und fixierte dieselben durch passende, noch heute gebräuchliche Ausdrücke. Er stellte ein System der Pflanzen auf, für das er die Merkmale der Blüte in erster Linie zugrunde legte; ferner schuf er eine besondere Nomenklatur.

Die im Gärungsgewerbe gebräuchlichen Pflanzenarten erhielten in jener Zeit ihre definitiven botanischen Namen.

Für die Gerste wählte Linné die schon bei den Römern gebräuchliche Bezeichnung Hordeum (von horrēre, rauh-stachlig sein, wegen der rauhen Grannen). Er stellte sie in seine dritte Klasse Triandra, weil die Blüte drei männliche Organe (Staubfäden) aufweist. Auch Roggen, Secale cereale *L.*, und Weizen, Triticum, gehören hierher.

Den Hopfen nannte er Humulus Lupulus. Das Wort Humulus ist das latinisierte germanische Humel, Humela oder Humal (im Persischen Hamal), d. h. ein Ge-

wächs, welches ohne Stütze auf der Erde hinkriecht. Einige leiten das Wort Hopfen, welches in „Wiedehopf" ein Seitenstück hat, von Haupt ab, andere von dem altdeutschen Hop, welches so viel wie Schopf bedeutet und auf die Form des Blütenstandes hinweist. Das Wort Humel kommt zuerst in der Sammlung von Hauskuren der heiligen Hildegardis vor, die 1180 als Äbtissin zu Bingen gestorben ist. Den Beinamen Lupulus, ein kleiner Wolf, führt der Hopfen, weil er andere Pflanzen umschlingt und ihnen schadet; bei Plinius ist die Pflanze schon als Weidenwolf, Lupus salictarius, bezeichnet. (Nach Leunis' Synopsis.) Linné stellte den Hopfen in seine 22. Klasse, Dioecia (Zweihäusige). Die eine Pflanze hat nur männliche, die andere nur weibliche Blüten. Zwitterblüten kommen nicht vor.

Die Korkeiche, Quercus suber (suber = Kork) und die gewöhnliche Eiche, Quercus robur (robur = Stärke, Kraft), ebenso den Haselstrauch, Corylus avellana (Avella, eine Stadt in Italien), reiht Linné in seine 21. Klasse, Monoecia (Einhäusige), weil auf derselben Pflanze weibliche Blüten und männliche, aber nicht Zwitterblüten vorkommen. Auch der Mais, Zea Mays *L.*, gehört in diese Klasse.

Der Reis, Oryza sativa *L.*, gehört in die Klasse Hexandria (sechs Staubgefäße).

Die für das Brennereigewerbe so überaus wichtige Kartoffel, Solanum tuberosum, stellt Linné in die fünfte Klasse, Pentandria, wegen der fünf Staubgefäße.

Die Hefe galt zu Linnés[1]) Zeit noch nicht als Pflanze; Linné selbst spricht jedoch schon von einem „gärenden Wesen"; ihre botanische Benennung hat gemäß der verschiedenen Anschauung über ihre Natur häufig gewechselt. Plinius nennt die Hefe faex, also den Auswurf, das Exkrement der gärenden Flüssigkeit. Im Altdeutschen bedeutet heffe und heve heben, das Hebende. Persoon nannte sie 1822 Mycoderma (Pilzhaut). Desmazières rechnete sie 1827 zu den Infusorientierchen. Kützing stellte sie 1834 als Cryptococcus (verborgener Kern) zu den Algen. Schwann nannte sie Zuckerpilz, und Meyen gab ihr 1837 die botanische Bezeichnung Saccharomyces cerevisiae. Cagniard de Latour und Schwann beobachteten 1837 ihre Vermehrung durch Sprossung. Turpin nennt sie Torula (Wulst, Knoten), weil sie gleichsam in knotigen Fäden auswächst. Bail nannte sie Hormiscium (= Schnürchen). In dem Linnéschen System ist sie in die 24. Klasse, Cryptogamia, zu stellen, welche die verborgenblütigen oder blütenlosen Pflanzen, die weder Staubgefäße noch Samenknospen besitzen, umfaßt.

Während der Linnéschen Periode — Linné starb 1778 — war das Mikroskop, wie schon erwähnt, wenig zur Geltung gekommen.

Über ein Jahrhundert war verstrichen, als die Beobachtungen von Malpighi und Grew über den eigentümlichen Gefäßbau der Gewächse durch eine im Jahre 1804 in Göttingen gestellte Preisaufgabe wieder zur allgemeinen Kenntnis und Anerkennung gelangten. An der

[1]) Einige interessante Aussprüche Linnés mögen hier angemerkt werden, die auf Bier Bezug nehmen: „Der Gäscht zum Gähren ist meist einerley, er macht das Bier gesunder und stärker; er schlägt die groben Teile zu Boden, nachdem er sie lange durchgearbeitet hat, macht solcher Gestalt das Getränke klärer und reiner und verhütet, daß es nicht sauer wird."

„Hieraus erhellet, wieviel Wissenschaft, Erfahrungen und Aufmerksamkeit erfordert wird, auch aus guten Materialien gutes Bier zu machen; aber dadurch erhält man auch ein Getränk, das viel dienlicher ist, als alles andere, zumal den Leuten, die etwas starke Bewegung oder heftige Arbeit haben. Ein gutes Bier streitet mit dem Wein um den Vorzug, sowohl an Klarheit und Geschmack, als auch am Nutzen zur Gesundheit, vornehmlich, wenn es etwas alt ist. . . . Des Menschen Leben und Gesundheit kommt so sehr auf das Getränke, als auf die Speisen an, daher ist an der Braukunst sehr viel gelegen. Wie beschwerlich ist es nicht an Orten zu reisen, wo die Leute nicht gelernt haben, zu brauen; bei jeder Abwechselung eines elenden Getränkes kömmt die Gefahr einer neuen Krankheit. Oft sind Zuthaten und Kosten für wohlschmeckendes und gesundes, für ekelhaftes und schädliches Bier einerley, der ganze Unterschied besteht nur im Brauen." (Tageszeitg. f. Brauerei 1906, Nr. 75.)

Lösung hatten sich die bedeutendsten Botaniker jener Zeit beteiligt. 1807 wurde der Preis ausgeteilt. Gekrönt wurden die Arbeiten von Treviranus, Rudolphi und Link. Diese Männer, denen sich noch Meyen und Mohl zugesellten, brachten innerhalb der nächsten Jahrzehnte die Forschungen über die innere Architektur der Gewächse bis zu einem gewissen Abschluß.

Im Bau des Mikroskopes hatten inzwischen auch einzelne wichtige Verbesserungen stattgefunden. Man hatte an Stelle einer einzigen Glaslinse im Objektiv deren mehrere zusammengestellt; einmal dadurch und ferner durch die Anwendung verschiedener Glassorten mit verschieden starker Lichtbrechung erreichte man, daß die Lichtstrahlen sich immer dichter im Brennpunkte zusammenscharten und die farbigen Ränder, die bisher die mikroskopischen Bilder entstellt hatten, fast ganz verschwanden und dafür ein farbenreines Bild zum Vorschein kam. Auch bei den Okularen kombinierte man bald mehrere Glaslinsen.

Den ersten Anstoß zu diesen Verbesserungen hatte das Studium des menschlichen Auges gegeben, welches mit zwei ungleich brechenden Medien — Linse und Glaskörper — ausgestattet, farbenreine Bilder liefert. Der Engländer **Hall** war es, der 1733 die ersten „achromatischen" Linsen fertigte, und zwar aus Kronglas und bleihaltigem Flintglas. Für das Mikroskop wurden sie jedoch erst viel später — 1778 durch Nikolaus Fuß und 1811 durch Frauenhofer — verwertet.

Anfang der dreißiger Jahre fertigten Amici und Plössl bereits Mikroskope mit 400facher Vergrößerung an. Von dieser Zeit ab gelangt die Pflanzenanatomie in stetiger Folge zu ihrer eigentlichen Blüte.

Durch vergleichende Betrachtung von Längs- und Querschnitten hatte man schon früher klarere Vorstellungen über die Organisation des Pflanzenkörpers angestrebt. So redete Malpighi schon von Schläuchen, die reihenweise angeordnet seien, Grew verglich die Organisation der Pflanze mit dem Bierschaum oder dem Schaum geschlagener Eier. In einer Grundsubstanz fänden sich Löcher, Poren, wie in einem Schwamme. Dieselbe Anschauung hatte auch noch **Caspar Friedrich Wolff,** der zur Zeit Friedrich des Großen lebende Arzt und Philosoph und Begründer der als Entwicklungsgeschichte bezeichneten Disziplin. Er nahm an, daß die erste Anlage eines Organes eine sulzige Masse bilde, in welcher erst später Poren entstehen, welche den zelligen Charakter der Gewebe bedingen. Ein anderer Forscher, **Mirbel,** vergleicht den Bau der Pflanze mit dem einer Brotkrume oder des Schweizerkäses.

Link zeigte dann, daß sich diese Poren und Löcher aber isolieren lassen, wenn man die Pflanzengewebe koche (z. B. die Kartoffel). Die Bläschen würden dann isoliert. Auch dann, wenn man Pflanzen faulen ließ, z. B. die Blumen in einem Wasserglase, beobachtete man eine Trennung der zahlreichen Bläschen. Ähnliches fand man bei Untersuchung der Exkremente von Pflanzenfressern, z. B. der Seidenraupen, die von Maulbeerblättern leben. In Pferdeäpfeln findet man die Gewebselemente des Futters mehr oder weniger durch die Verdauungssäfte in einzelne Zellen oder Zellgruppen zerlegt vor.

Dutrochet zeigte, daß gewisse Pflanzengewebe, wenn sie mit Salpetersäure gekocht werden, ihre Zellen freigeben, als wäre das Gewebe ein Sack mit Erbsen, die herausfallen, sobald der Sack zerrissen wird. Auch auf dem Wege der Entwicklung treten solche Zellisolierungen auf, beim Reifen der Beeren (Schneebeere), beim Teigigwerden der Birnen usw. Im Schwammparenchym der Blätter sieht man ebenfalls mehr oder weniger voneinander losgelöste Zellen; ebenso in den schlüpfrig gewordenen Wurzelhauben der Grünmalzkeime, im Mark der Bäume und Halme, im Kork, in den Staubbeuteln und Sporenbehältern vieler Pilze.

Die Betrachtung der einzelnen Zelle führte auch zu mancherlei neuen Anschauungen und Entdeckungen.

Der Zoologe Karl Ernst von Baer ist es, welcher der Evolutions- oder Einschachtelungstheorie den Laufpaß gibt (1828—32). Er lehrt, daß das Hühnchen aus einer einzigen Zelle, der Eizelle, sich entwickele und daß es nicht schon in allen Teilen in der ersten Urahnenhenne, wenn auch nur en miniature, fertig angelegt gewesen sei.

Diese uns heute so lächerlich erscheinende Vorstellung hat allerdings einen richtigen Kern. Wir nehmen heut an, daß die molekulare Struktur der Eizellen der früheren Geschlechter sich fast unverändert auf die heutigen Generationen vererbt hat.

Im Jahre 1823 macht **Robert Brown,** der größte Systematiker seiner Zeit, die für die Geschichte der Zellenlehre so bedeutsame anatomische Entdeckung des Zellkerns. In dem maschigen Wabengerüst der Orchideen, an der Innenseite einer jeden Wabenzelle sah er regelmäßig eine kleine Scheibe auftreten, die er Kern nannte. Später untersucht **Matthias Schleiden** dessen Bedeutung bei der Entwicklung der Pflanzenzelle. Eine gelegentliche Mitteilung seinem Freunde **Schwann** gegenüber bringt diesen auf den Gedanken, daß ein ähnliches Gebilde in dem Gewebe des Rückenstranges (chorda dorsalis) vielleicht auch ein Zellkern sein möge. Beide Forscher begeben sich unmittelbar nach diesem Gespräch in das anatomische Laboratorium — Schwann war damals Arzt in Berlin —, und da erklärt Schleiden, daß das fragliche Korn genau so aussehe wie der Zellkern der Pflanzenzelle. Ein paar Jahre später, 1839, veröffentlicht Schwann seine „Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen".

Hier zeigt er, daß beide aus Zellen aufgebaut sind, ferner, daß namentlich die Eizellen beider sehr übereinstimmen und in fast gleicher Weise sich fortpflanzen. Diese sowie die kurz vorher erschienene Arbeit Schleidens: „Beiträge zur Phytogenesis", machten das größte Aufsehen. Sie bezeichnen den Anfang einer Periode der naturwissenschaftlichen Forschung, in welcher dem Studium der Entwicklungsgeschichte der Lebewesen eine bevorzugte Stellung eingeräumt wird. Schleiden stellt u. a. die zwei Grundsätze auf: 1. Alle Gestaltungen und Formen, die die Pflanze im fertigen Zustand zeigt, sind unverständlich, wenn man nicht ihre Entwicklung von den ersten Anfängen an verfolgt. 2. Alle Entwicklung und das Leben der Pflanzen finden ihre Erklärung in dem Leben der Zellen.

Was Schleiden für den pflanzlichen Organismus begründete, das suchte Schwann auch für den tierischen nachzuweisen. So sehr die nachfolgenden Forschungen auf diesen beiden Gebieten gemäß der Verschiedenheit von Tier und Pflanze auch divergierten, die Zellenlehre ist das Bindeglied geblieben, an dem sie immer wieder zusammenkommen.

Der Name Schwann verdient hier noch in anderer Beziehung Erwähnung. Er war nämlich der erste, welcher die Lehre von der **Urzeugung,** der sogenannten **generatio aequivoca,** experimentell widerlegte.

Diese Lehre reicht sehr weit zurück, bis auf Aristoteles. Danach sollten z. B. die Würmer aus dem Schlamm, die Mücken aus dem Wasser, die Flöhe aus Sand oder aus Sägespänen, die Maden in der Kirsche, im Fleisch, Käse usw., die Eingeweidewürmer im Darm, der Leber, der Niere usw. ohne weiteres entstehen können. Auch gärungs- und fäulnisfähige Substanzen sollten ihre Fäulniskeime selbst hervorbringen, wie das Wasser die Infusionstierchen.

Noch Schleiden glaubte an die generatio aequivoca, und speziell für die Hefezelle suchte er sie nachzuweisen. Diese faßte er als eine Art organischen Kristall auf, der sich aus einer eiweiß- und zucker- oder dextrinhaltigen Mutterlauge ausgeschieden. Bei der Bildung der Hefezelle aus Traubensaft scheiden sich nach seiner Meinung kristallinische Körper von kugeliger Form aus; um diese Elemente, die den Kernkörperchen der Zelle entsprechen, bilde sich dann eine für Flüssigkeiten durchlässige (permeable) Lamelle.

In den „Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik", Leipzig 1842, Bd. 1, S. 197ff. gibt Schleiden der Meinung Ausdruck, daß der Zellenbildungsprozeß einmal bedeutende Fortschritte von der genauen Erforschung der Hefebildung zu erwarten habe. Auf Tafel I, Fig. 9a—f ist die Abschnürung der Hefezellen sehr genau abgebildet; auch die Vakuolen werden gut gezeichnet, wozu bemerkt wird, ob es sich um eine Höhle oder einen festen Kern handle, wage er nicht zu entscheiden.

Die vegetabilische Natur der Hefe war zum erstenmal 1822 durch Persoon durch die Bezeichnung Mykoderma (Pilzhaut) zum Ausdruck gebracht worden.

1834 wird die Hefe von **F. T. Kützing** (1807—1893) als selbständiger pflanzlicher Organismus erkannt und als Ursache der geistigen Gärung ebenso wie die Essigmutter als Erzeuger der sauren Gärung[1]).

Kützing war als Apotheker auf die Niederschläge und Ausscheidungen aufmerksam geworden, die sich in manchen Flüssigkeiten, wie in wäßriger Rhabarbertinktur oder in Himbeersaft, unter Gärungserscheinungen bilden, und hatte diese sowie die Hefen aus Bier und Brennereimaischen unter das Mikroskop genommen. 1837 erschienen seine „Mikroskopischen Untersuchungen über die Hefe und Essigmutter", nachdem sie bereits Ende 1834 für die Poggendorfschen Annalen eingeschickt, jedoch nicht zur Veröffentlichung gekommen waren. Kützing ist auch der Entdecker der Kieselsäurenatur der Schale der Kieselalgen (1834). Er war der beste Algenkenner seiner Zeit und seine Algensammlung bei seinem Tode 1893 vielleicht die größte der Welt; sie umfaßte 5169 Spezies, 727 Varietäten und 29247 Exemplare. Sie wurde für 1000 Taler nach Leyden verkauft.

Schwann wies 1836 unabhängig von Kützing durch besondere Versuche nach, daß die Ursache einer jeden Fäulnis und Gärung Infusorien bzw. Hefen seien. Wenn Flüssigkeiten gären, sagt er, dann sind Gärungskeime von vornherein darin enthalten gewesen, oder sie sind nachträglich aus der Luft oder sonstwie dazu getreten. Um dies zu beweisen, kochte er gärungsfähige Flüssigkeiten und schützte sie nachher vor dem Luftzutritt bzw. ließ nur Luft zutreten, die ein glühendes Rohr passiert hatte. Der Erfolg war ein Ausbleiben von Gärung und Fäulnis. Wurde die erhitzte Luft aber mit gewöhnlicher vertauscht, dann kamen diese wieder zum Vorschein. In der Folgezeit wurden jedoch vielfach Fälle mitgeteilt, wo trotz Kochens der Flüssigkeit und trotz des Zutritts geglühter oder durch Watte keimfrei gemachter Luft doch wieder Gärung und Fäulnis eintrat.

[1]) Vgl. Delbrück und Schrohe, Hefe, Gärung und Fäulnis. 1904. Paul Parey, Berlin.

Hier ist es nun Pasteur, welcher die Zweifel an der Lehre Schwanns endgültig beseitigt, indem er zeigt, daß das Mißlingen der Versuche behoben werden kann, wenn man die gärungsfähige Flüssigkeit nur genügend lange kocht, bis auch die Dauersporen getötet sind. Die Existenz solcher, die Siedehitze längere Zeit ertragender Bakterienkeime hatte man früher nicht vermutet. Schwann beobachtet die Vermehrung der Hefe (die er als „Zuckerpilz" bezeichnet) durch Knospung. Unabhängig von ihm machte gleichzeitig auch Cagniard Latour dieselbe Beobachtung[1]), ohne jedoch die Hefe als Ursache der Gärung anzusprechen, wie es Schwann 1837 zuerst getan. Schwann konstatierte bei der mikroskopischen Untersuchung von Bier- und Weinhefe die einzelnen Wachstumsstadien derselben. „Das Ganze ist ohne Zweifel eine Pflanze", sagt er. Den Zusammenhang zwischen der Weingärung und der Entwicklung des Zuckerpilzes bezeichnet er als unverkennbar: „Die Weingärung wird man sich demnach vorstellen müssen als diejenige Zersetzung, welche dadurch hervorgebracht wird, daß der Zuckerpilz dem Zucker und einem stickstoffhaltigen Körper die zu seiner Ernährung und zu seinem Wachstum nötigen Stoffe entzieht, wobei die nicht in die Pflanze übergehenden Elemente dieser Körper (wahrscheinlich unter mehreren anderen Stoffen) vorzugsweise sich zu Alkohol verbinden."

Im Jahre 1804 hatte ein französischer Koch François Appert bereits ein Verfahren benutzt, um tierische und pflanzliche Stoffe lange Zeit unverändert aufzubewahren, indem er sie in Blechdosen bis zum Kochen erhitzte und den Dampf aus einem kleinen im Deckel belassenen Loch ausströmen ließ, um es dann zuzulöten.

1810 veröffentlichte er sein Verfahren (L'art de conserver toutes les substances animales et végétales) und erhielt von der Regierung einen Preis von 12000 frcs.

Gay-Lussac prüfte das Appertsche Verfahren nach, gießt Most, der über ein Jahr alt, aus dem verschlossenen Gefäß in ein offenes und beobachtet kurz nachher Gärung. Also schließt er: Kontakt mit dem Sauerstoff der Luft das primum movens der Gärung. Später Berzelius und Mitscherlich: eine albuminoide Substanz mit ihrer katalytischen Wirkung verursacht die Gärung.

Cagniard-Latour sieht die Hefe sprossen und fragt sich, ob der Zucker nicht daran beteiligt, auch Dumas ahnte so etwas. Da man aber beim Dickwerden der Milch oder beim Aufgehen des Teiges nicht in gleicher Weise Hefe beteiligt sah, beachtete man die Hypothese von C. Latour nicht weiter. Liebig sagte, es sei überhaupt das Eiweiß abgestorbener Zellen, welches die zersetzende Wirkung auf den Zucker ausübe. Pasteur beobachtet in der sauren Milch Bakterien, die die anderen Beobachter übersehen oder mit den stets zugesetzten Kreidepartikelchen oder mit dem Kasein und dgl. verwechselt hatten. Pasteur

[1]) Eine sehr gute Übersicht über „Die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse von Fäulnis und Gärung" hat 1885 Dr. Cosmas Ingenkamp in der Zeitschrift für klinische Medizin, Bd. X, Heft 1 u. 2, gegeben.

wählt eine klare Lösung, um diese störenden Elemente bei der Beobachtung auszuschalten: eine Abkochung von Bierhefe mit dem 15—20fachen Gewicht Wasser, dazu 50 g Zucker per Liter und etwas Kreide zu dem klaren Filtrat nebst einer Spur von dem grauen Bodensatz einer Milchsäuregärung. Am andern Tag trat eine lebhafte Gärung ein, die Kreide verschwand und am Boden stellte sich wieder eine graue schleimige Masse, das Milchsäurebakterium, ein. Schließlich wiederholte er den Versuch mit einem löslichen Ammoniaksalz nebst phosphorsaurem Kali und Magnesia. Darin eingesäte Hefe wuchs und vergor den Zucker, die Stickstoffsubstanz blieb aber hier nicht unverändert, wie eine Kontaktsubstanz, sondern wurde zum Zellenbau benutzt. Die Gärung schien demnach eine Folge der Ernährung. Der Versuch war ebenso erfolgreich, wenn die Flüssigkeit ungeimpft blieb und die Milchsäurebakterien spontan hinzutraten.

Mit der Anschauung von Schwann, die man als vitalistische Gärungstheorie bezeichnet, deckt sich die von Pasteur [Annales de chimie et de physique 1858, Bd. 52, S. 418 (gelesen in der Akademie der Wissenschaften am 30. Nov. 1857 und 1860, Bd. 58, S. 359)], wonach die Alkoholgärung ein Akt ist, der in Wechselwirkung mit dem Leben und der Organisation der Hefekügelchen steht und nicht mit dem Tode oder der Fäulnis der Kügelchen; ebensowenig ist er als eine Kontakterscheinung aufzufassen, wo die Umwandlung des Zuckers in Gegenwart eines Fermentes stattfände, ohne ihm etwas zu geben, noch etwas von ihm zu nehmen. Von deutschen Gelehrten war es Mitscherlich und Helmholtz, von den Gärungstechnologen Balling, Lüdersdorff und Trommer, die schon vor 1857 die vitalistische Auffassung der Gärung angenommen hatten. Die Dissertationsschrift Th. Bails: „De faece cerevisiae" datiert vom 18. Mai 1857. In ihr wird der Zusammenhang von Hefe und Gärung in völlig unzweideutiger Weise zum Ausdruck gebracht und die Ansicht entwickelt, daß mit verschiedenen Hefen auch verschiedene praktische Wirkungen zu erzielen sein werden. **Pasteur** hat die vitalistische Auffassung noch eingehender begründet und insbesondere den einzelnen Gärungserregern ein eingehenderes Studium gewidmet, sowie manche praktische Nutzanwendung aus den Prinzipien der Sterilisation und Infektionsverhütung für das Gärungsgewerbe gezogen.

Über den chemischen Akt der Zuckerspaltung und seine innere Ursache, ob die Hefe sich vom Zucker nährt und Alkohol und Kohlensäure als Exkrement ausscheidet, oder ob sie mit Hilfe eines Stoffes ähnlich dem Pepsin den Zucker angreift, gesteht Pasteur (1860) ein, ganz und gar nichts zu wissen.

Die vitalistische Auffassung, die auch ihre Gegner gehabt hat, wie Justus von Liebig, hat später eine Änderung erfahren, als man das wirksame Prinzip der Gärung von der Zelle trennen lernte. Die von **Ed. Buchner** entdeckte Zymase vermag nämlich auch für sich, ohne Zelle, den Zucker zu zerlegen; man ist allerdings bezüglich ihrer Darstellung immer auf den lebenden Gärungserreger angewiesen. Durch **F. Ehrlich**

haben wir weiter erfahren, daß eine Menge Nebenprodukte der Gärung auf einer Zersetzung des Eiweiß bzw. seiner Abbauprodukte beruhen und daher nicht auf das Konto des Zuckers gesetzt werden können. Den Schlußstein dieser Forschung legte jedoch **Neuberg**, der die einzelnen Phasen der Zuckerspaltung aufdeckte und die dabei wirksamen Enzyme.

Die durch **Schleiden** gegebenen Anregungen hatten zunächst ein eifriges Studium der entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen im Gefolge.

Hatte bereits früher die Entdeckung überrascht, daß die verschieden gestalteten Pflanzenformen, von den Riesenbäumen Kaliforniens bis zum kleinsten Pflänzchen, aus ziemlich denselben Zellenformen bestehen, so war man nicht weniger erstaunt, als sich herausstellte, daß auch die Entwicklung von Angehörigen der verschiedensten Pflanzengruppen, bei mancherlei Abweichungen im einzelnen, in mehr oder weniger ähnlichen Bahnen sich vollzieht.

Hofmeister deckt 1851 auf Grund sorgfältiger Untersuchungen die verwandtschaftlichen Beziehungen der höheren Kryptogamen, denen die Moose, Farnkräuter und Schachtelhalme angehören, auf, zeigt, daß hier ähnlich, wie kurz vorher für gewisse Gruppen im Tierreich nachgewiesen, ein Generationswechsel stattfindet. Auch die Kluft zwischen den höheren Kryptogamen, Pflanzen ohne sichtbare Blüten, und den Phanerogamen, Pflanzen mit sichtbaren Blüten, wird durch das eingehende Studium der Samenbildung bei den Nadelhölzern überbrückt; ferner wird betont, wie gerade in der Befruchtung und Keimbildung die verwandtschaftlichen Beziehungen am besten zum Ausdruck gelangen. Wer sich über den heutigen Stand dieser Dinge näher unterrichten will, findet in P. Claussen: „Fortpflanzung im Pflanzenreich", 1915, Kultur der Gegenwart, Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Berlin, eine ausgezeichnete Übersicht.

Als **Darwin** für das Tierreich die Deszendenztheorie aufstellte, waren in der botanischen Wissenschaft die verwandtschaftlichen Beziehungen der wichtigsten Pflanzengruppen untereinander auf Grund der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte schon klargelegt, deren Grundlagen im Anfang des Jahrhunderts von Lamarck geschaffen worden waren.

Die Tatsache, daß jedes Individuum mit einer Eizelle sein Leben beginnt, also mit der denkbar einfachsten Organisation, und daß durch schrittweise Entwicklung immer höhere Organisationsstufen erreicht werden, wurde in Vergleich gestellt mit der durch die Forschungen der Geologie und Paläontologie erwiesenen Tatsache, daß in den frühesten Erdepochen auch nur Pflanzen und Tiere von niedriger Organisation gelebt haben. Die Periode, in der unsere Steinkohlen aus Farnkräutern, Schachtelhalmen, Bärlappgewächsen und Nadelhölzern sich bildeten, kannte noch keine Blumen, auch keine Säugetiere.

Gegenüber den Anhängern der Lehre von der Konstanz der Arten wurde der Beweis zu erbringen versucht, daß sowohl durch natürliche wie künstlich geschaffene Bedingungen die pflanzlichen und tierischen Geschöpfe mehr oder weniger leicht zur Variation zu bringen sind. Derartige Bestrebungen reichen bis in die Gegenwart, und nicht unerwähnt soll hier bleiben, daß gerade die Hefenpflanze ein wichtiges Versuchsobjekt dargeboten hat. Die Beobachtungen von de Vries beweisen sogar die plötzliche Entstehung neuer Arten aus alten Stammformen. Man spricht hier von Mutation. Besonders erfolgreich waren die Beobachtungen Mendels im Brünner Klostergarten über die Vererbung bestimmter Eigenschaften bei Kreuzung von verschiedenfarbigen Bohnen u. dgl. Sie führten zu ganz neuer Auffassung über die Beteiligung der Eltern bzw. Voreltern an der Vererbung. Einen neuen Aufschwung der Vererbungslehre brachte die cytologische Forschung, die Lehre von den Chromosomen als Trägern der Vererbungseigenschaften. Die klassischen Untersuchungen Morgans über die „Essigfliege" zeitigten die Lehre von der bestimmten Reihenanordnung der Eigenschaften in den Chromosomen und den Zufälligkeiten bei der Verschmelzung der Chromosomen von Samenzelle und Eizelle. (Th. H. Morgan, Die stofflichen Grundlagen der Vererbung. Deutsche Ausgabe von Nachtsheim. Gebr. Borntraeger Berlin W 35. 1921.)

Aus diesen Zufällen entstammen die Mutationen, deren Fortentwicklung bei der Tier- und Pflanzenzucht zu neuen Formen führte.

Die Vererbungslehre blieb naturgemäß nicht ohne Einfluß auf Tier- und Pflanzenzüchtung, die bisher meist auf empirischem Wege betrieben worden war unter Zuhilfenahme der Auslese und der Kreuzung der anscheinend besten Individuen. Vorbildlich arbeitet für die Kulturpflanzen z. B. die Zuchtanstalt in Svalöf in Schweden. Man sah aber bald ein, daß man auf diesem Wege bei den Kulturrassen nicht zu neuen Erbeinheiten gelangen könne. Man suchte die alten Stammformen wieder auf in ihren Heimatsgebieten und frischte so alte Eigenschaften wieder auf — Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und Kälte, Feuchtigkeit und Trockenheit, gegen Parasitenbefall. Man lernte in der Tierzucht, daß z. B. für die Aufzucht von Mastvieh nicht die fleischigsten und fettesten Tiere gepaart werden dürfen, sondern daß oft unansehnliche Eltern die beste Fleischgeneration ergebe. Man benutzt also zum Fleischansatz nicht die unansehnlichen Eltern, sondern die Nachkommen derselben. Zur besseren Orientierung über die Vorgänge der Vererbung dienten gewisse abnorme Fälle, deren Vorkommen in den Stammbäumen man weit zurück verfolgte. Besonders geeignet war z. B. die Farbenblindheit, die höhere oder niedrigere Fingerzahl, die schwere Wundheilung bei Blutern. Aber auch die Farbe der Haare, der Augen, künstlerische Begabung und ähnliches wurde herangezogen. Die Nutzanwendung der Vererbungslehre auf die Vervollkommnung des Menschengeschlechts nimmt gegenwärtig unser besonderes Interesse in Anspruch. Erwin Bauer stellte Betrachtungen an über den Untergang der Kulturvölker, über die nachteilige Wirkung der Humanität, die schwächliche Menschen — an Geist und Körper — künstlich erhält und zur Vermehrung kommen läßt, über das Zweikindersystem, das zu einer Zurückdrängung der Intelligenz führe und zu einem Emporkommen solcher Schichten, die skrupellos Kinder in die Welt setzen und auf Erziehung weniger Wert legen, über die Zweckmäßigkeit, Verbrechernaturen steril zu machen, wie es in Amerika bereits vielfach geschehen sei. Nicht der Emporkömmling und durch unlautere Geschäfte oder Geldheirat reich gewordene sollte sich in einer zahlreichen Nachkommenschaft verewigen, sondern der ernste, solide, befähigte Mann, der nach dem inneren Wert seine Frau aussucht und die Gewähr bietet, daß die Kinder zu aufrechten, sittlich hochstehenden Staatsbürgern erzogen werden.

Wenn diese Auslese einsetzt, dann braucht man über das Schicksal eines Naturvolkes nicht bange zu sein. Als das Römerreich unterging, war die eigentliche römische Rasse schon längst im Aussterben begriffen, und die große Masse des Volkes waren die Nachkommen zugewanderter Völker oder Sklaven, denen die geistige Hochkultur nicht so schnell beizubringen war und denen die Selbstzucht noch zu unbequem war. Es ist sehr zu empfehlen, die Ausführungen Bauers im Original zu lesen in „Der Untergang der Kulturvölker im Lichte der Biologie". Sonderdruck aus „Deutschlands Erneuerung", Monatsschrift für das deutsche Volk, 1922, Heft 5, Verlag J. F. Lehmann, München.

Die Lektüre wird namentlich jene Kreise ernüchtern, die immer ihre besonderen „Prügeljungen" für die Anzeichen des Untergangs verantwortlich machen, wie das Bier, den Wein, kurz den Alkohol, dessen Mißbrauch jedoch nur die Folge mangelnder Selbstzucht ist, vielleicht allerdings auch eines atavistischen Rückschlages in die Gewohnheiten der Urahnen, bei denen Unmäßigkeit im Trinken mit der Sorge um das frühzeitige Verderben ihres Getränkes zusammenhing oder mit der Befürchtung, der liebe Nachbar möchte mehr als er selbst aus dem gemeinsamen Schöpfgefäß vertilgen. Vgl. das Bild von Speke: „Eine Pombeorgie bei den Maganda" in Arnolds „Origin and history of beer and brewing", S. 101.

Von den zahlreichen Arbeiten, welche anatomische, entwicklungsgeschichtliche und systematische Untersuchungen über uns näher interessierende Pflanzenarten enthalten, sei besonders auf zwei aufmerksam gemacht: auf Brefelds „Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Schimmelpilze" und auf „Beiträge zur Kenntnis der Gerste" von Holzner und Lermer (Verlag von Oldenbourg, München, Leipzig). In dieser letzteren Monographie finden wir Aufschlüsse, wie eine höher entwickelte Pflanze, wie die Gerste, allmählich zu ihrer vollendeten Organisation heranreift. Für Studierende der Gärungswissenschaft, die mit den Grundzügen der Botanik bekannt sind, wird das Studium dieses Werkes ein außerordentlich anregendes sein.

Neben den entwicklungsgeschichtlichen und den daneben laufenden systematischen Forschungen hat aber auch noch der **Ausbau der Zellenlehre** uns einen tiefen Einblick in das Wirken der Natur gewährt. Es gab eine Zeit, wo man das Zellgerüst als das Wesentliche der Pflanze bezeichnete. Man gewahrte nun aber bald, daß man wohl unterscheiden müsse zwischen abgestorbenen und lebenden Zellen. Was bedingt wohl diesen Unterschied? Man beginnt den Zellinhalt näher ins Auge zu fassen.

Mohl erkennt 1844 in der schleimigen Masse, in welcher der Zellkern eingebettet liegt, den Urbildungsstoff, die lebengebende Substanz, die er **Protoplasma** nennt. 1850 wird von Cohn und Unger gezeigt, daß das Protoplasma gewisser Pflanzen, niederer Algen, identisch sei mit der Substanz, welche der französische Zoologe Dujardin 1841 im Körper der Infusorien oder Aufgußtierchen nachgewiesen und als Sarkode bezeichnet hatte.

Die Eigenschaften des Protoplasmas der Pflanzenzelle wurden hauptsächlich von **Nägeli** und **Mohl,** der tierischen Zelle von **Kühne** und **Max Schulze** studiert. Während die Zelle ursprünglich nur als anatomisches Elementarorgan betrachtet wurde, wurde sie namentlich durch **Virchow** auch als physiologisches Organ studiert. In seiner berühmt gewordenen „Zellularpathologie" hatte er darauf hingewiesen, wie die Krankheiten aus anormalen Tätigkeiten der einzelnen Zellen zustande kämen.

Vor einigen Jahrzehnten schien die Lehre von der Zelle zu einem gewissen Abschluß gekommen zu sein; da wurden die homogenen Immersionssysteme erfunden, die das Mikroskop noch leistungsfähiger machten. Seitdem wird gewissermaßen der molekulare Aufbau der Zelle erforscht. Da aber nach einer Berechnung der kleinste Punkt, der mit der stärksten Vergrößerung noch sichtbar ist, immer noch etwa 2 Billionen Moleküle umgrenzen soll, wird unser Auge bis zum Molekül nie vordringen[1]). Aber manche Strukturverhältnisse des Protoplasmas fallen doch noch in die Grenze des Sichtbaren; manches

von den sichtbaren Teilchen vermögen wir aber allerdings auch noch nicht zu deuten.

Die ganze Bewegung des **Studiums der Organisation des Protoplasmas** ist ausgegangen von der Betrachtung tierischer Eizellen. An den verhältnismäßig großen und durch die durchsichtige Leibeswand hindurch dem Mikroskop leicht zugänglichen Eizellen der Fadenwürmer (wozu unser Spulwurm, die Trichine usw. gehören) beobachteten **Auerbach** und **Schneider** in Breslau 1874 die einzelnen Stadien der Teilung des Zellkernes. Man führte weiterhin den Nachweis, daß die Zellkernteilung und Zellteilung in ursächlichem Zusammenhang stünden; auch bei der freien Zellbildung, bei der sich aus dem vorhandenen Plasma eine größere Anzahl Sporen bildet, wurde für die meisten Fälle die Beteiligung des Zellkernes nachgewiesen.

Bei den Pflanzenzellen machte man später ähnliche Erfahrungen. Ferner wurde bei dem Befruchtungsvorgang beobachtet, daß die Befruchtung gewissermaßen erst perfekt wird, wenn der Zellkern der männlichen Zelle und der weiblichen sich vereinigt haben.

Daß auch ohne Befruchtung, durch sog. Jungfernzeugung (Parthenogenesis) Nachkommen erzeugt werden können, lehrte die Vermehrung der Sommergenerationen der Blatt- und Schildläuse.

Boveri zeigte, daß kernlos gemachte Eizellen dennoch durch Samenfäden befruchtungsfähig blieben.

Man erkannte, daß die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen fast durchweg vor ihrer Reifung ihre Chromosomenzahl auf die Hälfte reduzieren und daß erst nach der Vereinigung derselben bei der Befruchtung das befruchtete Ei wieder die volle Chromosomenzahl, die für die betreffende Art charakteristisch ist, erhält. Man fand auch, daß die männlichen Zellen eine erhöhte Chromosomenzahl aufweisen können.

P. Hertwig hat Eier von Triton, deren Kern durch Radiumbestrahlung getötet war, während das Protoplasma noch lebte, mit Samenfäden vermischt und dabei Larven erzielt, die bis 2 Monate alt wurden, zwergwüchsig waren, nur die halbe Chromosomenzahl aufwiesen und die halbe Kerngröße. Die Larven stammten somit zweifellos vom Kern des Spermiums ab. Hier spricht man von Ephebogenesis.

Von mehreren Forschern wurden aber auch Organismen beschrieben, die trotz derartiger Vorgeschichte nicht mehr halbe, sondern die normale, also diploide Chromosomenzahl zeigte. Angaben von Delage weisen darauf hin, daß man jene ephebogenetischen Versuche bei manchen Tieren erst nach Reifung des Protoplasmas der Eizelle vornehmen kann. Grundsätzlich ist die Ephebogenese, d. h. die Entwicklung aus dem Samenkern allein ebenso möglich, wie die Parthenogenese aus den Eikernen allein. (Naturwissensch. Umschau der Chemiker Ztg. 1922, S. 78.)

[1]) Durch besondere intensive einseitige Beleuchtung können in Flüssigkeiten noch „ultramikroskopische Teilchen" sichtbar gemacht werden. Von einzelnen hochmolekularen, fluoreszierenden Substanzen erhält man noch Reflexbilder von Teilchen, die in der Größe fast an das Molekül heranreichen.

Jacques Loeb gelang es, durch chemische Mittel Eizellen zur Entwicklung zu bringen. Nach O. Warburg steigt der Sauerstoffverbrauch befruchteter Eier um das 6fache gegenüber unbefruchteten. Der Haupteffekt dieser oxydativen Prozesse ist die für die Vermehrung der Kerne notwendige Nukleinsynthese. Daneben gibt die Befruchtung noch zu anderen chemischen Umsetzungen Veranlassung, die bloß Spaltung und Hydrolyse darstellen.

Loeb fand bei Seeigeleiern Furchung, wenn er schwaches Alkali einwirken ließ; zur Larvenentwicklung kam es dabei aber nicht. Dieses Ziel erreichte er aber durch Salzzusatz und späteres Übertragen der so behandelten Eier in normales Seewasser. Zuckerzusatz war ebenso wirksam. Durch Erhöhung des osmotischen Druckes wurde also die Oxydation der Eier erhöht und ihr Entwicklungsvermögen. Loeb machte auch die Entdeckung, daß kurzdauernde Einwirkung einer Fettsäurelösung (in Seewasser) auf Eier diese im normalen Seewasser zur Bildung ganz typischer Befruchtungsmembranen befähigte.

In bezug auf die Pflanzen ist die Zellenlehre vor allem durch das eingehende Studium der kryptogamischen Gewächse gefördert worden. Da dieselben vielfach einzellig sind oder aus einer nur geringen Zellenzahl bestehen, lassen sich hier die Vorgänge bei dem Wachstum, bei der Befruchtung und bei der Vermehrung ziemlich genau verfolgen.

Inauguriert wurde diese Forschung am Ende des 18. und am Beginn des 19. Jahrhunderts durch die Beobachtungen eines Pastor **Vaucher** in Genf an Süßwasseralgen. Nach ihm ist die Süßwasseralge Vaucheria benannt. Weiterhin ist Professor **Hedwig** zu nennen, der in Siebenbürgen tätig war und über Flechten und Moose viel gearbeitet hat.

Hervorragend, obgleich noch mit manchen Irrtümern behaftet, sind die Untersuchungen **Ehrenbergs,** geb. 1795, gest. 1876.

Er führt uns durch Wort und Bild ein in den Reichtum der Formen der mikroskopischen Lebewelt. Er verfolgt ihr Vorkommen im Wasser, im Staub der Atmosphäre, im Schlamm der Gewässer; er weist darauf hin, wie gewaltig sich einzelne mikroskopische Arten an dem geologischen Aufbau unserer Erdoberfläche beteiligen oder in verflossenen Äonen schon beteiligt haben, so die Kieselalgen oder die Schalentierchen oder die Korallen, welche ganze Erdschichten bzw. Gebirgsmassen gebildet haben. „Mikroskopische Analyse des Meteorpapiers", „Passatstaub und Blutregen, ein großes organisches unsichtbares Wirken und Leben in der Atmosphäre", „Mikrogeologie", „Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde" 1854, mit über 141 Tafeln, „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen" 1838, mit über 60 kolorierten Tafeln, so betiteln sich einige seiner interessantesten Schriften. Seine Ansicht, daß die Infusionstierchen wie vollkommenere Tiere besondere Organe wie Magen, Leber, Hoden, Ovarien für Verdauung, Sekretion, Fortpflanzung besäßen, wurde später dahin berichtigt, daß es nur einzellige Wesen seien, deren Zellenleib allerdings differenziert und befähigt ist, die verschiedensten Funktionen zu erfüllen.

Ehrenberg findet die Ursache des Meerleuchtens in dem Vorkommen leuchtender Infusionstierchen (über 100 Arten derselben gibt er bekannt). Er weist nach, daß an der zeitweisen Rotfärbung des Wassers an den Küsten des Roten Meeres rotgefärbte Algen und Annulaten beteiligt sind. Er erklärt die Entstehung des Mannataues: Eine der Cochenillelaus verwandte Art bewirkt durch ihren Stich das Auströpfeln des Saftes (namentlich nach regnerischen Tagen) vom Tarfastrauch (einer Tamariskenart); der gelbe Saft, honigähnlich schmeckend, erhärtet am Boden zu kleinen Körnern, die die Eingeborenen zum Brote essen und die Mönche des Klosters sammeln, um sie den Reisenden teuer zu verkaufen.

Was früher immer nur als „mikroskopische Augen- und Gemütsergötzungen" aufgefaßt und in diesem Sinne bei den Gebildeten populär geworden war — gehörte es doch mit zum guten Ton, die drolligen Aufgußtierchen, zu studieren —, wurde allmählich Gegenstand der ernsthaftesten Forschung.

Prächtige Werke, wie das von Kirchner und Blochmann, „Die mikroskopische Pflanzen- und Tierwelt des süßen Wassers", Hamburg 1891 und 1895, O. Zacharias, „Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers", 2 Bde., Leipzig 1891, K. Lampert, „Das Leben der Binnengewässer", C. Mez, „Mikroskopische Wasseranalyse", Berlin 1898, endlich aber das besonders zu empfehlende Werk von B. Eyferth: „Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches", 3. Aufl. von Schönichen und Kalberlah herausgegeben, Braunschweig 1900, Verlag Benno Goerlitz, geben den Gebildeten von heute die denkbar besten Unterlagen für ein ersprießliches Studium des Mikrokosmos. Hoffentlich wird es einmal wieder zum guten Ton gehören, sich mit diesen Dingen zu beschäftigen. Die steigende Wertschätzung des biologischen Unterrichts läßt dies hoffen.

Ein besonderes Verdienst zur Verbreitung mikroskopischer Kenntnisse hat sich der „Mikrokosmos", das Organ einer Anzahl mikrobiologischer Gesellschaften, Frankhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, erworben.

In den vielen Beilagen dieser Zeitschrift sind von berufenen Autoren die einzelnen Mikrobenfamilien eingehend behandelt, so daß sie das Selbststudium sehr erleichtern. Schließlich sei auch noch auf Paul Buchners „Tier und Pflanze in interzellularer Symbiose", Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin W 35, hingewiesen als ein Werk, das voll von interessanten Beobachtungen und Anregungen ist.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts beginnt man auch mit dem Studium der für uns wichtigen Gruppe der Pilze. Auf die Pasteurschen Forschungen ist schon hingewiesen worden. Bail untersucht gärende Würzen und studiert die darin vorkommenden Hefen, für die er schon verwandtschaftliche Beziehungen zu höheren Schimmelpilzen mutmaßt.

In seiner Abhandlung „Über Hefe" (De faece cerevisiae) in Flora 1857, Nr. 27 u. 28 berichtet er u. a. über das Auftreten von länglich gestreckten, von der käuflichen Bierhefe durchaus abweichenden Hefen in wildgärender Würze. Eine Quantität durch wilde Gärung gewonnener Hefe, in kalte, aber frische Würze gebracht, rief in dieser wieder Gärung hervor. An einer anderen Stelle kommt er zu folgenden Schlüssen: „Über das Verhältnis der Hefe zur Gärung läßt sich bisher mit Bestimmtheit nur sagen, daß 1. die Zersetzung der gärenden Flüssigkeit erst durch die Vegetation der Hefezellen bewirkt wird, 2. die Schnelligkeit des Gärungsprozesses abhängig ist von der Schnelligkeit der Hefevermehrung und daß 3. verschiedene Hefearten oft verschiedene Gärungen hervorrufen." Leuchtet aus Nr. 1 die große Wichtigkeit der Hefe im allgemeinen ein, so wird durch Nr. 2 und 3 wahrscheinlich, daß sich aus der einen oder anderen durch Aussaaten verschiedener Pilzsamen in gärungsfähige Flüssigkeiten gewonnenen Hefenart bedeutende praktische Vorteile werden ziehen lassen.

Bail kann also mit gutem Recht als der Prophet der Hefereinzucht gelten. Er war auch der erste, welchem die Einführung von Nährlösungen bei wissenschaftlichen Pilzuntersuchungen — Bail benutzte ausgekochte Biermaische — zu danken ist.

De Bary, Brefeld und Rees eröffnen uns tiefe Einblicke in die Lebewelt der Pilze; gelegentlich beschäftigen sie sich auch eingehender mit der Hefe, namentlich Rees, dessen Buch, „Die Alkoholgärungspilze", reich an guten Beobachtungen und auch Abbildungen ist.

Rees verschaffte sich Lagerbierhefen aus den verschiedensten Brauereien und fand, daß die Entwicklung des Biergärungspilzes in der praktischen Untergärung als Hauptbestandteil der Unterhefe wesentlich übereinstimmt. Ob er Bierhefe in Weinmost oder Weinhefe in Biermost kultivierte, an den Formen und Größenunterschieden der Bierhefe und der Weinhefe fand er keine Änderungen eintreten. Es geht weder die Bierhefe in Weinmost in Weinhefe über, noch umgekehrt.

Eine als Saccharomyces exiguus von ihm bezeichnete Art, die er einmal fast rein vorfand, konnte er wochenlang in Untergärungsverhältnissen rein weiterzüchten. Wilde Weingärungen, in sterile Moste gebracht, ergaben stets andere Formen von Hefen als bei der gewöhnlichen Mostgärung. „Es verdienten die einzelnen Arten, soweit sie sich reinkultivieren lassen, sehr, bezüglich ihrer Wirkung auf ihre verschiedenen Substrate genau untersucht zu werden."

Noch fehlte die exakte Methode der Reinkultur, der Ausgang von einer einzigen Zelle. Mit ihr beginnt die neue Ära der Mikrobenforschung.

Brefeld führt die Reinkultur als neues Glied der Untersuchungsmethoden zuerst ein und wendet sie für das Studium der Schimmelpilze an; **Hansen** wird durch Anwendung der Reinkultur der Reformator auf dem Gebiete der Hefeorganismen, wie **Koch** auf dem der Bakterien.

Eine umfassende Übersicht über die Methoden zur Kultur „der Mikroorganismen" hat uns Ernst Küster beschert. Verlag B. G. Teubner, Leipzig 1921.

Wir sind bei dem Überblick über den allgemeinen Gang der mikroskopischen Forschungen bei der Gegenwart angelangt. Wir erkennen dankbar die bedeutsame Rolle, welche das Mikroskop für unsere wissenschaftliche Erkenntnis gespielt hat, an und haben allen Grund, von seiner konsequenten Anwendung auch weiterhin wichtige Aufschlüsse zu erwarten. Seit Einführung der homogenen Immersionen, und besonders seit Einführung der sogenannten apochromatischen Systeme ist das Mikroskop seiner höchsten Leistungsfähigkeit wohl ziemlich nahe gekommen.

Ein wertvoller Bundesgenosse ist dem Mikroskop in der Mikrophotographie erwachsen. Auch für die Gärungsorganismen ist diese schon verschiedentlich in Anwendung gebracht worden; die mikroskopische Sammlung des Berliner Instituts für Gärungsgewerbe umfaßt bereits an dreitausend Photogramme der für die Gärung wichtigen Arten. Eine solche Sammlung ermöglicht nicht nur einen wissenschaftlichen Zwecken dienenden genaueren Vergleich der einzelnen Formen untereinander, sie ermöglicht auch eine schnelle Orientierung über jahrelange Erfahrungen auf diesem umfangreichen Gebiet. Besonders lehrreich ist die Vorführung dieser Bilder während eines Projektionsvortrages. Hier wird jedes einzelne Bild mit Hilfe eines Skioptikons auf einen

weißen Schirm projiziert und so einem großen Zuhörerkreis gleichzeitig sichtbar gemacht und erläutert[1]).

Überraschende Ergebnisse hat das Ultramikroskop gezeitigt; seine Anwendung auf die Gärungsflüssigkeiten ist in letzter Zeit zum Studium des Dispersitätsgrades kolloider Teilchen in Würze und Bier erfolgt und zum Nachweis der Wirkung von Giften auf Bakterien, Hefen und roten Blutkörperchen. (J. Traube u. P. Klein, Biochemische Z. 1922, Nr. 130, S. 477.)

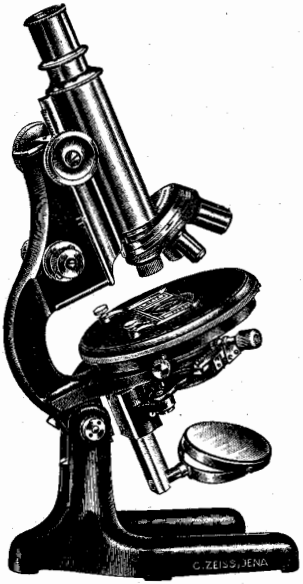


Abb. 12. Großes Mikroskop von Carl Zeiß, Jena.

43. Mikroskopkauf, mikroskopische Präparate.

Die Hauptsache am Mikroskop sind gute Glaslinsen; ohne sie ist der äußere Aufputz wertlos. Bei dem Ankauf wende man sich an renommierte Firmen, die nur geprüfte Instrumente abgeben, oder man lasse das Instrument von geeigneten Sachverständigen erst begutachten. Die Bauart ist bei den Erzeugnissen der verschiedenen optischen Werkstätten nicht immer die gleiche; für den Betrieb eignen sich am besten Mikroskope mit kräftigen Stativen. Je einfacher die Konstruktion, je weniger Schrauben und Hilfsvorrichtungen angebracht sind, desto handlicher wird auch das Instrument sein. Über den Mechanismus eines solchen wird man sich auch ohne besondere Belehrung klarwerden.

Wer sich genauer über den Bau des Mikroskopes und das Zustandekommen des optischen Bildes und der Vergrößerung unterrichten will, den verweisen wir auf folgende

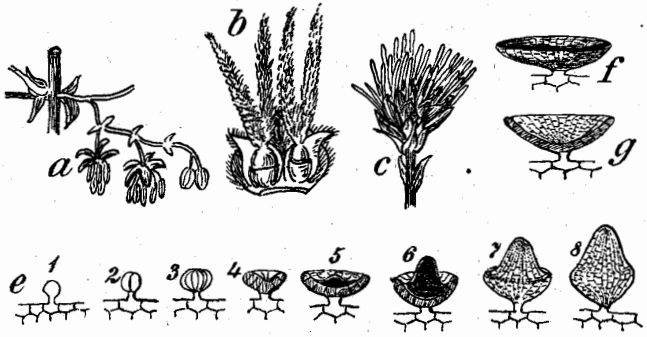


Abb. 13. Hopfen; Humulus Lupulus.
a Zweig eines männlichen Blütenstandes. *b* Zwei weibliche Blüten mit Deckblatt. *c* Weiblicher Blütenzapfen. *e* Entwicklung der Drüsenhaare. *f* u. *g* Leergebliebene, becherförmige Drüsenhaare.

[1]) Über 578 von diesen Photogrammen sind übrigens durch die vom Verfasser dieses Buches 1910 herausgegebene 2. Auflage des „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde" auch der Allgemeinheit leicht zugänglich. Der Atlas ist gleichfalls bei Paul Parey erschienen.

Literatur: O. Bachmann: „Unsere modernen Mikroskope“ (München 1884); Hager-Mez: „Das Mikroskop und seine Anwendung“ (Berlin, Julius Springer, 12. Auflage 1922); Friedrich Merkel: „Das Mikroskop und seine Anwendung“ (München 1875); Wiesner: „Einleitung in die technische Mikroskopie“; Scheffer: „Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung“ (Leipzig, B. G. Teubner 1902); Schmehlik: „Die Anwendung des Mikroskops“ (Union, Deutsche Verlags-Gesellschaft, Berlin C, Krausenstraße 35, 1922).

Nebenstehend die Abbildung (12) eines größeren Mikroskopes.

Die Zahl der möglichen mikroskopischen Präparate ist natürlich unbegrenzt. Im Folgenden nur kurz der Hinweis auf einige besonders empfehlenswerte Beispiele, an denen der Anfänger seine Beobachtungsgabe prüfen kann. Die Drüsenhaare des Hopfens, die in Form und Aussehen außerordentlich wechseln, geben Gelegenheit, verschiedene Entwicklungsstadien desselben Organs kennen zu lernen. Zur Erläuterung dürfte eine aufmerksame Betrachtung der Abb. 13 genügen.

44. Beobachtung wachsender Kristalle und künstlicher Zellen.

a) Wir verschaffen uns chlorsaures Kali, das bekannte Gurgelsalz. Wenn wir in einem Reagenzgläschen größere Mengen desselben unter Erwärmen in Wasser auflösen, bekommen wir eine Flüssigkeit, die beim Erkalten mehr oder weniger schnell, zuerst an der Oberfläche, kleine Kriställchen ausscheidet. Die meisten derselben versinken und wachsen, ehe sie auf den Boden gelangen, zu immer größeren rhombischen Täfelchen aus, die in allen Farben aufblitzen.

Ebenso reizvoll wie die Beobachtung dieses Farbenspiels ist die des Wachstums der Kriställchen unter dem Mikroskop.

Wir bringen auf einen flachen Objektträger einen größeren Tropfen Wasser und schütten ein kleines Häufchen Kristalle hinein, verteilen diese möglichst in der Fläche und geben ein Deckgläschen darauf. Die seitlich hervorquellende Flüssigkeit saugen wir mit Filtrierpapier ab.

Nun kehren wir das ganze Präparat um und halten es über die Sparflamme eines Brenners oder über ein brennendes Streichholz. Das Präparat darf jedoch der Flamme nicht so nahe kommen, daß sich das Deckglas mit Ruß beschlägt. Diese Erwärmung bringt das Auflösen der Kristalle zustande, sofern sie nicht zu reichlich zum Wassertropfen gegeben waren. Nun bringt man das Präparat wieder in die gewöhnliche Lage und schiebt es auf den Objekttisch. Wir stellen auf den Rand des Deckgläschens ein, und zwar auf die Flüssigkeitsschicht, und warten ab, bis die ersten Kristalle ansetzen.

Ist dieser Augenblick gekommen, dann kommt bald Leben in das ganze Gesichtsfeld. Von allen Seiten mitunter sieht man die Kristalle heranwachsen, Linie auf Linie fügt sich mit mathematischer Regelmäßigkeit dem Rand des Kristalls an, wie bei einer Schraffierung, und dies mitunter so geschwind, daß in wenigen Sekunden das Gesichtsfeld durchquert ist.

Ein Farbenspiel beobachten wir hier nicht wie bei dem ersten Versuch, da wir hier nur durchfallendes Licht angewendet haben. Der ganze Anblick der Kristalle erinnert bald an die Eisblumen am winterlichen Fenster, bald an feine Federzeichnungen, bald an Skizzen von Festungswerken.

Diese Schönheiten können wir leicht wieder zerstören, indem wir das Präparat wie vorhin wieder erwärmen oder an den Rand des Deckgläschens einen Tropfen warmen Wassers bringen und dieses unter das Deckgläschen sich einziehen lassen. Nun schmilzt alles wieder weg, um später nach dem Erkalten und teilweisen Verdunsten des zugefügten Wassers wieder in neuer Pracht zu erstehen. Die Natur spottet hier unseres Vandalismus.

Besonders reizvoll ist die Betrachtung des wachsenden Kristalls im polarisierten Licht und bei eingeschaltetem Gipsblättchen, da hier alle Farben auftreten und mit der

Dicke der Schicht auch der Farbenton sich ändert. Namentlich bei Projektionsvorträgen bildet die Vorführung dieser Erscheinungen stets einen Glanzpunkt für den Zuschauer, zumal da durch geringe Drehung der gekreuzten Nikols das Farbenspiel beständig wechselt.

b) Wir zerdrücken einen kleinen Kupfervitriolkristall, geben eine Anzahl dabei erhaltener Splitter auf einen flachen Objektträger und bringen einen Tropfen einer Lösung von gelbem Blutlaugensalz an den Rand des Deckgläschens, das wir über die Splitter geschoben haben. Wir bemerken sogleich die Bildung einer braunen Blase um jeden Splitter und weiterhin ein Wachstum derselben, wobei ganze Beulen plötzlich nach außen sich vorstülpen. Dieser ganze Vorgang ähnelt sehr den Bewegungen, welche eine Amöbe ausführt. Innerhalb der braunen Membran erscheint die den blauen Kern umgebende Flüssigkeit schwach blau gefärbt; von der gelben Lösung dringt nichts hinein außer Wasser. Je konzentrierter die blaue Lösung, desto mehr zieht sie Wasser an; die Blase dehnt sich, und dabei kommen neue Kupfervitriolteile mit dem Blutlaugensalz wieder in Berührung. Die Folge davon ist die Bildung eines neues Membranstückes. Die braune Substanz ist unlöslich sowohl in dem gelben Blutlaugensalz als auch in der Kupfervitriollösung; sie ist amorph und stellt eine neue Verbindung: Kupferferrocyanür dar.

Solcher Membranbildner kennen wir noch eine ganze Anzahl.

Gelatine oder Leim, der lange Zeit (etwa 12 Stunden) gekocht worden ist, erstarrt nicht mehr — es ist dabei aus dem α-Leim β-Leim geworden —, der, mit Tanninlösung zusammengebracht, sofort an seiner Oberseite eine Fällungsmembran von gerbsaurem Leim bildet. Auch hier findet ein Wachstum der Blase statt, ähnlich wie bei einer lebenden Pflanzenzelle.

Wenn gelbes Blutlaugensalz und Eisenchlorid in Lösungen zusammentreffen, entsteht ebenfalls eine Membran, und zwar von Berliner Blau.

Die infolge der erhöhten Wasseraufnahme innerhalb der Blase entstehende Spannung nennt man Turgor. Die Bewegung des Wassers von außen in die Blase hinein nennen wir Endosmose. Die sogenannten osmotischen Vorgänge — Endosmose und Exosmose — spielen in den tierischen und pflanzlichen Zellen eine bedeutende Rolle.

Interessante Beobachtungen machte Wieler (B. d. deutsch. bot. Ges. 1904; S. 541) beim Zusammenbringen von Kupfersulfat und Soda ($CuSO_4 + Na_2CO_3$); da $CuCO_3$ für sich nicht bestehen kann, bildet sich basisches Cu-Karbonat, $CuCO_3 + Cu(OH)_2$, eine Verbindung, die als Malachit in der Natur vorkommt.

Der Niederschlag besteht aus sproßpilzartigen Gebilden, deren einzelne Individuen 2—3 μ groß sind und den typischen Aufbau von Zellen zeigen; sie lassen eine Membran, einen dem Protoplasma entsprechenden Wandbelag und im Innern einen mit dem grünen Karbonat als Sphärokristall erfüllten Hohlraum unterscheiden. Starkes Erhitzen selbst bis zu 200° zerstört nicht die Membran. Ähnliche Gebilde kamen bei Versuchen mit Salzen von Ca, Ba, Mg, Al, Zn, Cd, Be, Ag, Pb, Co, Ni, Mn und den Karbonaten von K, Na, NH_3 zum Vorschein.

45. Beobachtung wachsender Pilz- und Älchenkulturen und des Liesegangschen Phänomens.

Wenn man im Frühjahr bei warmem, feuchtem Wetter von den Saaten zu sagen pflegt, daß sie zusehends wachsen, so ist das natürlich eine Übertreibung. Selbst in der Prärie, wo in wenigen Wochen das Gras so schnell hochschießt, daß stellenweis Pferd und Reiter darin verschwinden, kann man das Gras nicht wachsen sehen.

Bei längerer mikroskopischer Beobachtung eines wachsenden Pilzfadens gelingt es, einen Fortschritt des Spitzenwachstums zu erkennen. Am eindrucksvollsten tritt uns jedoch das pflanzliche Wachstum in sog. Pilzrosenkulturen entgegen, da wir sie täglich messend verfolgen

können. Verf. hat in Schauschränken des Instituts für Gärungsgewerbe eine große Zahl farbenprächtiger Pilzrosen angesammelt und sie zu einer Sehenswürdigkeit desselben gestempelt. Reizvoller ist jedoch, wenn man

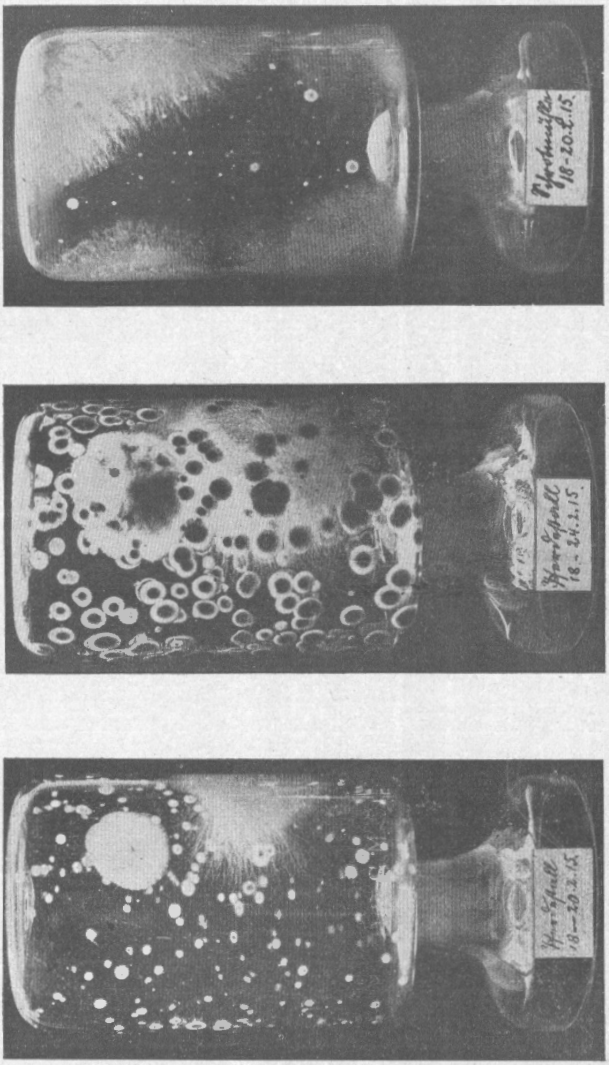


Abb. 14—16. Luftanalysen von verschiedenen Ortlichkeiten in Lindnerschen Pilzgläsern. Abb. 15 stellt die 4 Tage ältere Vegetation von Abb. 14 dar.

diese Kulturen selbst züchtet. Am einfachsten ist es, aufs Geratewohl eine Luftanalyse auf Pilzkeime damit zu verbinden. Man taucht eine leere Zigarettenschachtel aus Blech in kochendes Wasser und setzt sie

dann geöffnet etwa eine Stunde lang im Zimmer, Garten, Stall u. dgl. aus. Die inzwischen hineingefallenen Keime werden auch bei Wind an den noch feuchten Wänden der Schachtel festgehalten und verbleiben da auch nach erfolgtem Eintrocknen. Nun spült man dieselbe mit einer Würzegelatine aus, die nur lauwarm ist, und gießt den Inhalt in einen sog. Rollzylinder (Lindnersches Pilzglas), an dessen Wänden man die Gelatine erstarren läßt unter fortwährendem Rollen des Gefäßes und Berieseln mit kaltem Wasser. In der dünnen, vollkommen durchsichtigen Tapetenschicht entstehen in den nächsten Tagen da, wo Keime hingelangt, Mikrobenkolonien, die je nach der Art mehr oder weniger schnell wachsen, farblos bleiben oder Farbstoffe entwickeln. Manche Kolonien zeigen uns den Wechsel von Tag und Nacht durch Ringbildungen an (Tagesringe, entsprechend den Jahresringen bei Bäumen) und damit gleichzeitig ihr Alter. Aber nicht bloß das: War ein Tag sehr hell, dann fallen die Ringe, in denen eine kräftige Sporenbildung zustande kommt, sehr kräftig aus, war er warm, dann macht der Pilz einen großen Schritt, bei kaltem Wetter einen kurzen.

Kurz, eine solche „Pilzrose" oder „Pilzuhr" gibt Gelegenheit zu vielseitigen Beobachtungen. Siehe die farbige Tafel.

Am überraschendsten wirken gewisse Mutationen in der zuerst einheitlich gestalteten Kolonie. So kommt es vor, daß ein Sektor farblos bleibt, während der Rest der Kolonie prächtig intensiv gefärbt ist (so bei Monascus purpureus beobachtet). Abimpfungen von solch verschiedenen Stellen ergeben meist stark unterschiedliche Tochterkolonien. Am meisten begegnen wir vorübergehenden Launen des Pilzes. An einer Stelle bildet er einen Farbfleck, dann wächst er ohne Farbe weiter, an einer Stelle wächst er in dichtem Filz, an einer anderen als zarter Schleier. Wo sich Pilzkolonien begegnen, wie bei biologischen Luftanalysen, kommen oft interessante Reizwirkungen vor: der eine Pilz spuckt gewissermaßen zur Abwehr möglichst viel Oxalsäure aus, die eine trübe Zone von oxalsaurem Kalk in der benachbarten Gelatineschicht erzeugt, der andere hält sein Wachstum zurück. Meist bleiben neutrale Grenzzonen als Trennungsstrich bestehen, in die keine Partei Ausläufer sendet. Bei manchen Kolonien tritt eine massenhafte Ausscheidung von Stoffwechselprodukten auf, die kristallinisch in bäumchenartigen Figuren sich sammeln und am Glase entlangziehen (z. B. bei Aspergillus niger). Bei Endomyces Magnusii wieder gehen von der Impfstelle verzweigte Ströme mit zierlichen Kurvenlinien aus, die untereinander Abstand behalten. Solche Kolonien lassen sich leicht nach dem Schattenbildverfahren direkt auf Gaslichtpapier kopieren. (Vgl. Lindner: Photographie ohne Kamera. 1920. Union, Deutsche Verlagsgesellschaft. Berlin, Krausenstr. 35/36.), ähnlich wie die wundervollen Netzwerke, die kleine Fadenwürmer an den Glaswänden von Gärgefäßen bilden. (Vgl. Lindner: Die Kletterkunst der Fadenwürmer und ihre photographische Darstellung in „Stein der Weisen" 1914, Heft 31.) Diese Netzwerke ändern jeden Augenblick ihre Gestalt und sind daher nur durch Momentaufnahmen scharf zu fassen. Zum Anstellen des Ver-

suchs dürfte jede zuckerhaltige Knolle, der etwas Erde beigemischt wird, geeignet sein. In der gärenden Maische vermehren sich die Älchen außerordentlich schnell und klettern dann in Massen am Glase hoch. In dem beschriebenen Falle handelte es sich um eine gärende Enzianmaische (von den Wurzeln des gelben Enzian, Gentiana lutea, aus denen sich die Alpenbewohner den Enzianschnaps machen).

Das Liesegangsche Phänomen. Liesegang brachte auf eine Kaliumbichromatgelatine Silbernitrat und beobachtete um die Auftragsstelle desselben die Entstehung zahlreicher konzentrischer Ringe, die durchaus den Tagesringen unserer Pilzkulturen ähneln. Die Ringe sind Niederschlagszonen von chromsaurem Silber und werden als Diffusionsringe bezeichnet, weil sie immer da entstehen, wo das nach außen diffundierende lösliche Silbersalz wieder genügend Kaliumbichromat vorfindet.

Derartige Zonenbildungen haben wir an den wachsenden rhombischen Tafeln des chlorsauren Kalis beobachtet, wir finden sie auch bei den Stärkekörnern, besonders schön bei Canna indica. Bei den wachsenden Kristallen werden wir uns darüber klar werden, daß die einzelnen Moleküle mit einer außerordentlichen Geschwindigkeit der wachsenden Kante des Kristalls zuströmen und daß dabei notwendig eine große Reibung und Wärmeentwicklung stattfinden muß. Wir bekommen hier eine Ahnung von der Gewalt der Molekularkräfte und von der Fernwirkung derselben.

46. Stärkekörner und Stärkereaktionen.

Wir hatten vorhin die Kristalle von chlorsaurem Kali nach ihrer Zerstörung immer wieder sich bilden sehen. Nun wollen wir Naturgebilde zerstören, die sich nicht wieder aufbauen lassen: Stärkekörner.

Flacher Objektträger. Tropfen Wasser. Kartoffelstärke darin fein verteilt. Deckglas darüber. Präparat umkehren und über der Sparflamme die eine Ecke des Deckgläschens erhitzen, bis mit bloßem Auge schon eine Veränderung bemerkbar. Dann mikroskopieren. Wir wählen stärkere Vergrößerungen und achten zunächst auf die inneren Strukturverhältnisse der noch nicht gequollenen Stärkekörner. Dieselben zeigen zahlreiche Schichten, die einen gemeinsamen exzentrisch gelegenen Mittelpunkt haben. Auch Risse und Sprünge kommen vor; auffällig ist uns, daß die meisten Risse im Innern des Korns auftreten, ohne bis an den Rand zu kommen. Einzelne Körner, die durch äußeren Druck zerquetscht sind, zeigen auch Sprünge, die von außen nach innen keilförmig verlaufen.

Die Körner der erhitzten Stelle erscheinen außerordentlich verändert: ums 5- bis 20fache aufgequollen, die Schichten bedeutend verbreitert, dabei verschoben und verbogen, aber nach wie vor von wechselnder Dichtigkeit. Der starke Glanz ist verschwunden.

An der Grenzschicht der erhitzten Stelle sind alle Quellungsstadien nebeneinander vertreten. Möglichst helle Beleuchtung durch Hohlspiegel, weite Blendöffnung: In dem hellen Gesichtsfeld sind die gequollenen Körner kaum noch zu sehen. Bei ganz enger Blendöffnung erscheinen sie am schärfsten konturiert.

Die einzelnen Stärkemoleküle haben nicht die Fähigkeit, sich von selbst wieder so dicht aneinanderzulagern, wie es die Moleküle von dem chlorsauren Kali vermochten. Durch die Erhitzung ist die Struktur der Körner völlig zerstört worden. Chemisch hat sich die Stärke aber dabei nicht verändert.

Unvermindert haben die Stärkemoleküle die Fähigkeit, Jodmoleküle lebhaft an sich zu ziehen, behalten, trotz der Quellung. Ein Tropfen Jod-Jodkaliumlösung an den Rand des Deckgläschens: Die gequollenen, verkleisterten Körner färben sich fast augenblicklich blau, und auch die besonders stark gequollenen Körner sind ganz deutlich abgegrenzt, selbst bei grellster Beleuchtung.

Wie ist in der Pflanze das geschichtete Stärkekorn zustande gekommen, wenn seinen einzelnen Molekülen das Vermögen abgeht, sich dicht aneinanderzulagern?

Das Stärkekorn hat sich nicht vermöge eines eignen Bildungstriebes aufgebaut, es ist aufgebaut worden. Wie ein Haus entsteht, indem von Menschenhand Ziegel auf Ziegel gelegt und durch Mörtel verkittet wird, so entsteht das Stärkekorn durch die Kunstfertigkeit besonderer protoplasmatischer Gebilde innerhalb der Pflanzenzellen, die Leukoplasten heißen. Keines Menschen Kunst vermag ein Stärkekorn aufzubauen! Die Leukoplasten der verschiedenen stärkereichen Pflanzen arbeiten aber nicht alle nach demselben Schema; es wird fast in jeder Pflanze nach einem besonderen Muster gearbeitet, wovon uns die Zeichnungen auf S. 185, noch deutlicher aber die photographischen Bilder der verschiedensten Stärkesorten im Atlas einen Beweis liefern.

Das Baumaterial erhalten die Leukoplasten aus den grünen Organen. Dort wird es von den Chloroplasten, den Trägern des Chlorophyllfarbstoffes, unter Mithilfe des Lichtes bei Gegenwart von Kohlensäure angefertigt. Die Stärkekörner in den Chloroplasten sind durchweg klein, einfache Körnchen (Assimilationsstärke), die an dem Ort ihrer Entstehung nicht verbleiben, sondern in flüssiger Form den Reservestoffbehältern zugeführt werden. Während die Chloroplasten nur im Licht arbeiten, sind die Leukoplasten davon unabhängig. Trotzdem ist ihre Tätigkeit durch die verschieden starke Zufuhr von Stärkemolekülen in Mitleidenschaft gezogen: bei starker Zufuhr legen sie die Moleküle dichter aneinander, bei schwacher verwenden sie zu viel Wassermoleküle zum Bau.

Verschiedene Stärkekörner. Da Weizen-, Roggen-, Gersten-, Mais- und Reisstärke leicht zu beschaffen sind, wird es sich empfehlen, zunächst diese mikroskopisch zu untersuchen. Hier mögen einige kurze Angaben folgen. Die Weizenstärke hat mehr linsenförmige Gestalt und eine konzentrische Schichtung; nicht selten zeigt die Oberfläche eine netzartige Zeichnung. Roggen- und Gerstenstärkekörner sind ähnlich geformt. Maisstärke hat große, Reisstärke kleine, eckige Körner. Viele solcher kleinen Körner setzen sich zu einem größeren Korn zusammen. Auch Haferstärke besteht aus zusammengesetzten Körnern.

In Abb. 17 finden wir eine Zusammenstellung verschiedener Stärkesorten, die sämtlich in 150facher Vergrößerung nach Photographien vom Verfasser gezeichnet worden sind.

Die Zamiastärke wird aus dem Stamm von Zamia integrifolia gewonnen.

Sago flour aus dem Mark von Palmenstämmen oder Wurzeln.

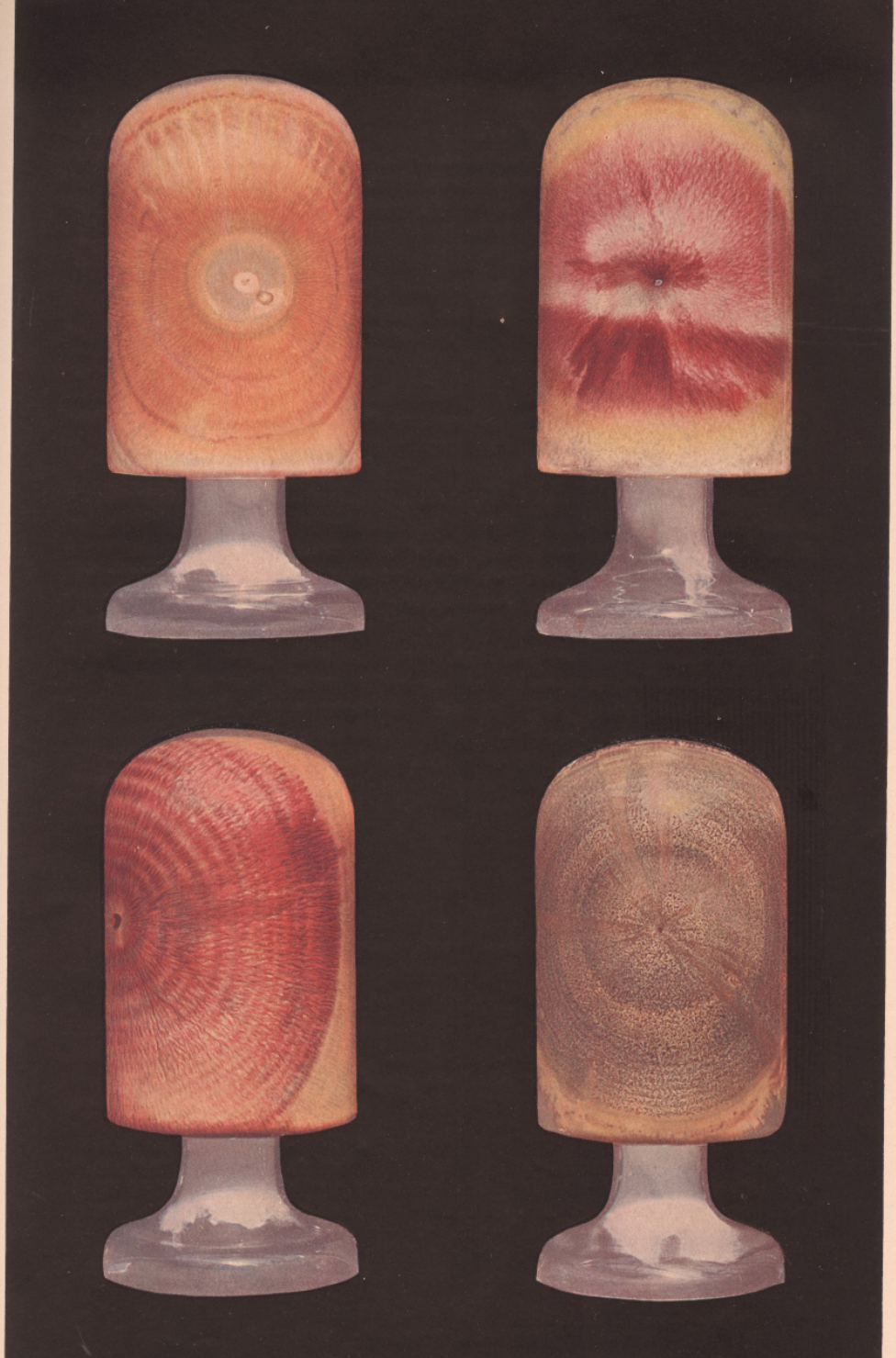
Die Batatastärke aus Bataten von Batatas edulis, der Hauptkulturpflanze Ostafrikas. „Mobby" ist ein aus Bataten und Zucker bereitetes Getränk der Westindier.

Die Jalappastärke wird aus der echten Jalappawurzel (Ipomaea Jalappa) in Mexiko gewonnen.

Die Marantastärke aus dem knotigen Wurzelstock von M. arundinacea (Pfeilwurz), deren frischer Saft das Pfeilgift liefert.

Die Tapiocastärke liefern die Wurzeln des Cassavestrauchs, die bis 1 m lang und 10 kg schwer werden. Es gibt eine süß- (Jatropha Manioc) und eine bitterschmeckende Cassave (Manioc palmata).

Das nicht sortierte Mehl heißt Cassave oder Mandioca und bildet die gewöhnliche Nahrung der Neger. Das gereinigte Mehl heißt Tapioca. Die Indianer sollen aus den Wurzeln ein geistiges Getränk herstellen.



Pilz aus Trebern.
Monascus von Reis isoliert.

Pilzkulturen („Pilzrosen") nach Lindner.
½ nat. Größe.

Fusariumart von einem Roggenfeld.
Pyknidenschimmel.

DR. TRENKLER & CO., LEIPZIG-ST

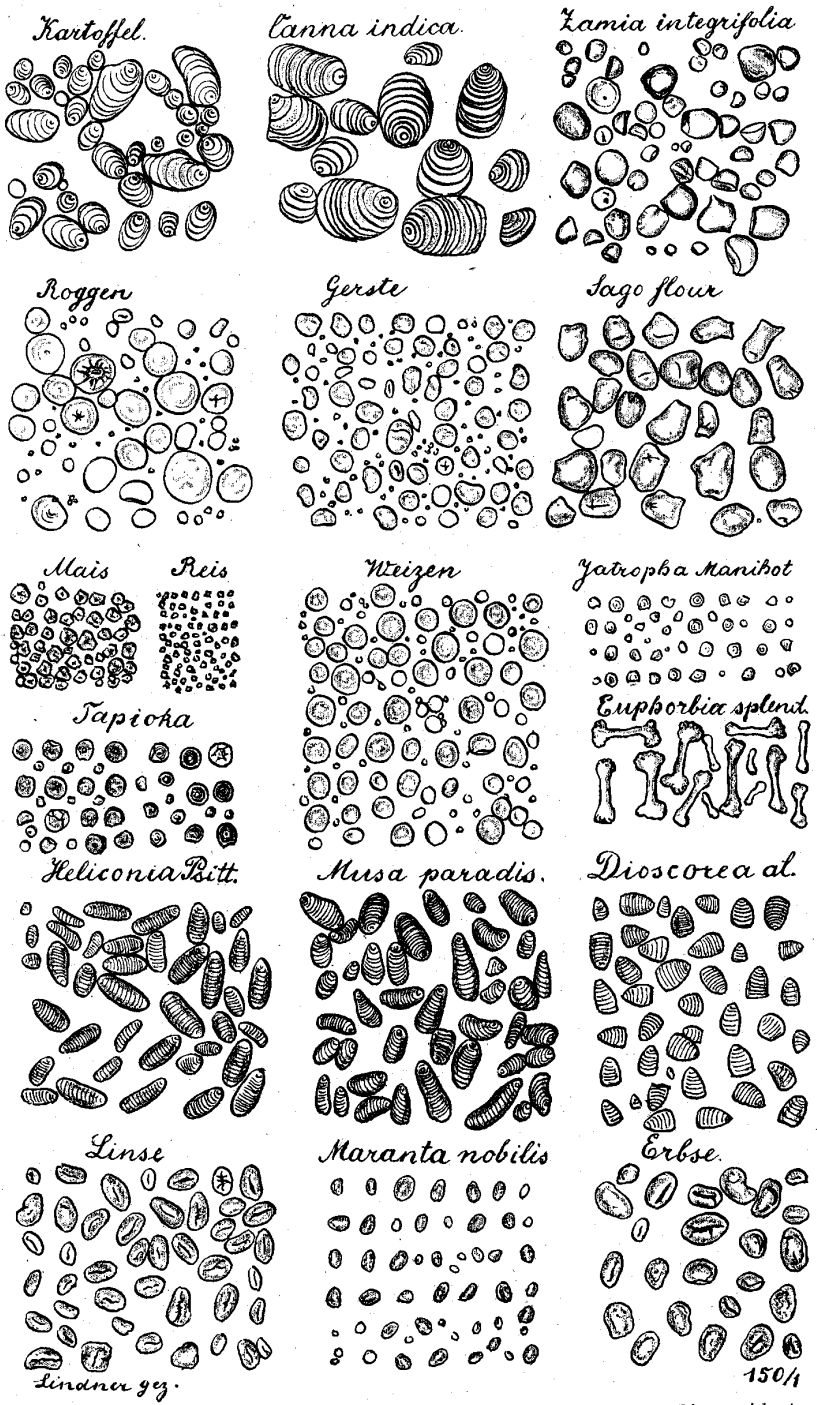


Abb. 17. Verschiedene Stärkesorten. Sämtlich 150fach vergrößert; nach Photographien gezeichnet.

Die Araucariastärke wird aus den Samen der Schuppentanne A. brasiliensis gewonnen. Die Chilenen bereiten aus diesen Branntwein.

Die Arumstärke wird aus dem Wurzelstock der Arumarten gewonnen.

Die Arctocarpusstärke aus der Frucht des Brotfruchtbaums A. incisa.

Aus Hirse (Panicum) bereiten die Wallachen ein geistiges Getränk „Braha".

Die Marantastärke kommt als westindischer Salep oder Arrow-root oder Pfeilwurzmehl in den Handel.

Die Musastärke wird aus den unreifen Früchten der Musa paradisiaca gewonnen, die als Banane, Paradiesfeige, Adamsapfel oder Pisang bezeichnet wird.

Die Heliconiastärke von H. psittacora stammt ebenfalls von Pisanggewächsen.

Die Dioscoreastärke aus der bis 15 kg schweren Yams- oder Brotwurzel von D. alata; letztere bildet neben der Frucht des Brotbaumes die Hauptnahrung auf den Südseeinseln und in den Tropen.

Das ostindische Arrow-root oder Tikormehl oder Koa oder Tikhur stammt von Curcuma leucorhiza.

Die genaueren Erläuterungen möge man im Atlas nachlesen.

Es sei hier nur noch bezüglich der Euphorbiastärke erwähnt, daß diese in Milchsaftröhren vorkommt und durch die knochenförmigen Gestalten auffällig von den übrigen Stärkesorten sich unterscheidet.

Den Vorgang der Quellung und Verkleisterung der Stärkekörner haben wir in unserem Präparat selbst nicht beobachten können, weil derselbe schon beendet ist in dem Augenblick, wo wir das Präparat von der Flamme entfernt haben. Wir könnten allerdings bei Anwendung eines heizbaren Objekttisches diese Lücke noch ausfüllen. Bequemer ist jedoch, die Quellung der Stärke auf kaltem Wege mit Hilfe von Natronlauge zu studieren.

Wir benutzen das vorige Präparat und geben einen Tropfen verdünnter Natronlauge an eine noch nicht erhitzte Randstelle des Deckgläschens; dann beobachten wir das Vordringen der Natronlauge unter dem Mikroskop. An der fortschreitenden Grenzzone blähen sich die Körner auf, als ob Leben in ihnen steckte, und zeigen dann dasselbe Verhalten wie beim Erhitzen. Haben wir mit Jod blau oder blauschwarz gefärbte Körner vor uns gehabt, so quellen diese ebenso auf, verlieren dabei aber fast augenblicklich ihre Farbe.

Die Quellung hört auf, wenn alles Wasser verbraucht ist; sie kommt auch nur bei Anwesenheit von genügenden Wassermengen zustande.

Daher darf man bei diesen Versuchen nie zu viel Stärkekörner in das Präparat bringen.

Die **Struktur und Bildung** der Stärkekörner ist besonders eingehend von Nägeli und Arthur Meyer studiert worden.

Die Schichtung der Körner, welche besonders bei Stärke von Canna indica wunderbar deutlich ist (**Bakura**)[1]), auch bei Kartoffelstärke, hängt mit dem ungleichen Wassergehalt zusammen; es wechselt eine wasserarme immer mit einer wasserreichen ab; die äußerste Schicht ist sehr fest und wasserarm. Der Mittelpunkt der Schichtung ist am wasserreichsten, daher beim Trocknen der Stärke im Innern zuerst die großen Risse auftreten. Durch Agenzien, wie Natronlauge, welche Stärkekörner zum Quellen bringen, kann die Schichtung immer mehr verwischt werden.

[1]) Die in Klammern gesetzten fettgedruckten Bezeichnungen sind die Kennworte für die Bilder in meinem „Atlas der mikroskopischen Grundlagen der Gärungskunde". Verlag Paul Parey, Berlin SW.

da die stärkereichen Schichten dann ebenfalls viel Wasser aufnehmen. Durch Wasser entziehende Mittel, absoluten Alkohol, Glyzerin, können anderseits die wasserreichen Schichten wasserarm gemacht und dadurch auch die Unterschiede in der Lichtbrechung zum Verschwinden gebracht werden. Sehr deutlich wird die Schichtung kenntlich durch Einwirkung von Chromsäurelösung. Wasserfreie Stärke, mit wasserfreier Jodlösung zusammengebracht, gibt keine Blaufärbung, sondern eine Gelb- bis Braunfärbung.

Malzstärke. Stärkekörner aus Grünmalz, in der Nähe des Keimlings entnommen, weisen zahlreiche Kanäle auf, die von außen nach der Mitte des Kornes verlaufen (Abb. 17); das Korn sieht wie zerfressen aus **(Bahia, Baila).** Ähnlich angegriffene Stärkekörner wie im Grünmalz treffen wir im Sauerteig an. Hier erscheinen uns die Schichtungen bei der im Durchschnitt etwas größeren Roggenstärke besonders deutlich **(Baindir)**; auch findet man hin und wieder Körner, die schon so weit aufgelöst sind, daß man kaum noch die Umrisse erkennt. Die Wirkung der Diastase auf Stärkekörner ist eingehend von Grüß verfolgt worden in einer Arbeit „Über das Eindringen von Substanzen, besonders der Diastase, in das Stärkekorn". (Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik I.) Die Außenschichten der Stärkekörner haben eine sehr verschiedene Dichtigkeit und sind so auch verschieden widerstandsfähig gegenüber Diastase.

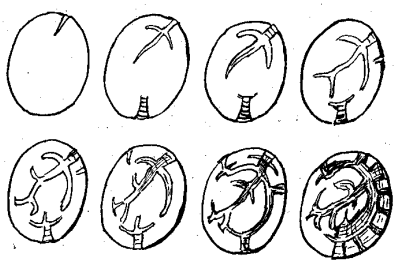


Abb. 18. Fortschreitende Einwirkung der Diastase auf Weizenstärke. Nach Grüß.

Grüß beobachtete die aufeinanderfolgenden Stadien der Veränderung an Stärkekörnern, die in einen Tropfen mit Chloroform gesättigter Diastaselösung gelegt und durch ein Deckglas luftdicht auf dem Objektträger eingeschlossen waren. Die allgemeine Regel des Zerfalls ist folgende: Es bilden sich vom Rand aus ein oder mehrere bohrlochartige Kanäle, die nach dem Innern zu vordringen und sich unterhalb der äußeren Lamellen verzweigen. Gewöhnlich treten zwei einander gegenüberliegende Nebenkanäle auf, welche parallel dem Rand fortwachsen. Andere ebensolche bilden sich in größerer Tiefe, während der Eingang des Hauptkanals sich erweitert und auch an anderen Stellen neue Hauptkanäle auftreten. Ist ein solcher bis zur Mitte vorgedrungen, so verzweigt er sich hier unregelmäßig und erweitert sich zu einem Hohlraum, in welchen die anderen Hauptkanäle allmählich einmünden. Die Nebenkanäle stoßen häufig aufeinander und vereinigen sich, senden auch wohl Abzweigungen nach der Mitte zu, die darunter gelegenen Lamellen durchbohrend.

Die Diastase bewirkt aber auch ein Abschmelzen der äußeren Schichten, was daraus hervorgeht, daß kleine Grübchen, die durch den Druck kleiner benachbarter Stärkekörnchen entstanden sind, allmählich sich verflachen und ganz verschwinden. Ein Eindringen der Diastase in das Korn derart, daß letzteres davon durchtränkt würde, findet nach Grüß nicht statt, sondern die Kanäle zeigen den Weg, den die Diastase nimmt, an.

Weizenstärkekörner wurden in einer gut gereinigten Diastaselösung acht Tage lang belassen, wobei die Lösung öfters gewechselt und beständig mit Chloroform gesättigt gehalten wurde. Danach wurde mit Fließpapier gründlich abgesaugt und die Stärke mit einer hellbraunen, frisch bereiteten alkoholischen Guajakharzlösung übergossen. Nach längerer Einwirkung wurde wieder die Flüssigkeit abgesaugt und auf die trocken gewordenen Körner eine verdünnte Lösung von Wasserstoffsuperoxyd gegeben. Sofort entstand in den Porenkanälen ein blauer Niederschlag, und besonders in den Wandungen war derselbe intensiv, — ein Beweis, daß hier hauptsächlich die Diastase sich vorfand. Die Masse des Korns selbst wird nie blau.

In manchen Fällen, wie bei der Rhizoctoniafäule der Kartoffel, beobachtet man in den Zellen ein direktes Abschmelzen der Stärkekörner, ohne Bildung von Kanälen. Das gleiche beobachtet man, wenn man z. B. eine Cannawurzel in einen Raum von 25° bringt, dann schmelzen die äußeren Zonen der Körner allmählich weg; bringt man die Wurzel aus dem warmen Raum wieder heraus und an das Licht, dann bilden sich um den Rest des primären Korns durch Auflagerung (Apposition) neue Schichten.

47. Pflanzenleben im Wasser.

Wir schöpfen aus irgendeinem stehenden oder fließenden Wasser eine kleine Probe an einer Stelle, wo grüne Algen oder größere grüne Wasserpflanzen, wie z. B. die Wasserpest, Elodea canadensis, vorkommen. Wir heben auch etwas Schlamm auf an Stellen, wo uns derselbe mit dunkelgrünen schleimigen Polstern besetzt scheint.

Sofern in einer Brauerei Berieselungskondensatoren vorhanden sind, da hat man eine besonders bequeme Gelegenheit, Algenstudien zu machen. Hier sitzen diese Organismen oft in so dichten Ansammlungen fest, daß sie den Wärmeausgleich bedeutend verzögern.

Es fanden sich in derartigen Proben folgende Arten:

In Brauerei B.: Phormidium neben sehr vielen Kalkkriställchen,
„ „ C.: Melosira varians und Ulothrix tenerrima,
„ „ D.: Ulothrix tenerrima,
„ „ L.: Phormidium und Kalkkriställchen,
„ „ T.: Nitzschia polla, Phormidium, Ulothrix tenerrima.

Es sind dies alles Organismen des sogenannten „organischen Filzes". Es zeigt sich, daß in Brauereien verschiedener Gegenden doch auch die gleichen Arten vorkommen können, ferner, daß in einzelnen auch besondere Arten vertreten sind.

Ein praktisch lehrreicher Versuch besteht darin, die Algenmassen faulen zu lassen und mit dem betreffenden Wasser Verdünnungen in gutem Wasser vorzunehmen. Man wird feststellen können, daß schon homöopathische Dosen des faulen Wassers letzteres geschmacklich verderben. Diese Erfahrung wird von allen den Brauereien zu beachten sein, die ihr Wasser oder Eis aus Teichen oder Seen oder Flüssen beziehen, in denen zeitweise große Algenanhäufungen und Algenfäule stattfinden. Zur Zeit der Getreideblüte ist im allgemeinen die Algenentwicklung am stärksten. Die Algen sind sehr empfindlich gegen Kupfervitriol, selbst

in der Verdünnung von 1:50 Million. In einigen Teichen, in denen Algen auftraten, hat man Kupfervitriol in Körben hinter dem Kahn durchs Wasser gezogen. Die Reinigungskosten betrugen pro 1 Million Liter Wasser 10—15 Pfg. Wie die Algen können auch höhere Wasserpflanzen durch Fäulnis Wasser und Eis unbrauchbar machen, z. B. die Wasserlinsen. In einem Eiskeller verbreiteten die eingefrorenen Wasserlinsen einen derartigen Gestank, daß die betr. Abteilung geräumt werden mußte.

Wir lassen das Glas mit unseren Algen vorläufig im Zimmer in der Nähe des Fensters, aber geschützt vor der Sonne stehen.

Nach einiger Zeit schon sehen wir an den grünen Teilen der kleinen Wasserpflänzchen kleine Blasen auftreten, die bald haften bleiben, bald nach oben entweichen. Auch in dem zarten Fadengeflecht der Algen sammeln sich solche Luftblasen an und heben wohl gar die ganze Masse an die Oberfläche. Ein Teil der Schlammpolster entsendet auf dem Boden des Gefäßes zarte grüne Strahlen, die der Wandung sich anschmiegen und an ihr immer weiter kriechen. In diesem feinen Gespinst treten ebenfalls Gasblasen auf. Auch tierisches Leben wird sich bald bemerkbar machen, wenn Schmutzteilchen zum Absitzen gekommen und das Wasser klar geworden ist. Kleine Fadenwürmer, kleine Krebstierchen schlängeln sich oder hüpfen munter von einer Stelle zur andern; einzelne kleine Schnecken saugen sich an dem Glase fest und säubern die Wandung von kleinen Tieren und Pflänzchen, die da sich angesetzt haben. Sie putzen uns das Fenster, durch das wir das Leben der kleinen Wasserwelt beobachten wollen.

Liebigs „Perpetuum mobile". Wir könnten mit zwei Proben von diesem Wasser den berühmten Liebigschen Versuch nachmachen, indem wir sie in zwei kleinere Gläser füllen und diese zukorken und versiegeln. Die eine Probe wird in einem dunklen Raum aufbewahrt, die andere im Zimmer. Letztere wird nach Jahr und Tag noch eine lebende Generation von Pflanzen wie von Tierchen enthalten, während in ersterer allmählich alles abstirbt, weil kein Sonnenlicht da ist, welches dem Mechanismus des Lebens täglich einen neuen Antrieb gibt. Nur bei Gegenwart von Licht vermag die Pflanze die Stoffwechselprodukte des tierischen Organismus wieder zu Nährstoffen aufzubauen und die für letzteren zur Atmung notwendige Sauerstoffmenge auszuscheiden.

Eine Variante des Liebigschen Versuches können wir noch auf folgende Weise ausführen. Wir bringen einige kleine Wassertropfen auf die Unterseite eines Deckgläschens, das mittelst Vaselin auf einem hohlen Objektträger festgekittet wird. Abgeschlossen von der Außenwelt, außer von Licht- und Wärmestrahlen, spielt sich hier das Leben auf kleinstem Raume ab. Wir können täglich das Präparat unter das Mikroskop bringen und den Kampf zwischen Tier und Pflanze verfolgen, der immer auf die Herstellung eines Gleichgewichtes zwischen beiden hinzielt, denn vollständige Vernichtung des einen Teils bringt auch dem anderen Verderben.

Für denjenigen, welcher im Besitz eines Mikroskopes sich befindet, kann es kaum eine anziehendere Beschäftigung in den Mußestunden geben als die Beobachtung eines solchen Mikrokosmos. Bezüglich Literatur vgl. S. 179. Zu empfehlen wäre auch noch E. Reukauf, „Die Pflanzenwelt des Mikroskops". 1907. Leipzig, B. G. Teubner. 1,25 Mk.

Die Algen sorgen sowohl im Aquarium wie in den freien Gewässern dafür, daß die gelöste Kohlensäure assimiliert wird und das Wasser Sauerstoff erhält. Nach Rutter fehlt im Plöner See in der Zeit vom Dezember bis April in der ganzen Wassersäule jede Spur von Kohlensäure, also gerade in der Zeit, wo das Phytoplankton (insbesondere Clathrocystis usw.) im See überwiegt. Jede Spur Kohlensäure wird sofort von den Planktonalgen verarbeitet. Ist der See zugefroren und mit einer

dicken Schneedecke bedeckt, so daß kein Licht zu den Algen gelangt, dann allerdings stockt die Kohlensäureassimilation und es besteht die Gefahr, daß die Fische ersticken.

Algen kommen auch oft in Medien vor, die wie Jauche usw. besonders reich an organischer Substanz sind. Treboux hat gezeigt, daß eine große Zahl Algen imstande ist, auf Kosten von Aminosäuren, Glykokoll, Alanin, Leuzin, Asparaginsäure und Asparagin sich zu entwickeln und dabei Ammoniak abzuspalten; als Kohlenstoffquellen konnten die verschiedensten organischen Säuren, wie Ameisen-, Oxal-, Bernstein-, Essig-, Propion-, Butter-, Valerian-, Milch-, Wein- und Zitronensäure in Konzentration von 0,05—0,4% benutzt werden. Als mineralische Nährlösung wurde 0,033% $(NH_4)_2SO_4$, 0,01% PO_4K_2H, 0,0025% $MgSO_4$ und K_2SO_4, ferner 0,0005% $FeSO_4$ benutzt. Kaliumazetat ist am besten assimiliert worden, besonders in der Konzentration von 0,25%. Zwei der untersuchten Algen wuchsen auf Kosten der Milchsäure, je eine auf Kosten der Butter- und Zitronensäure.

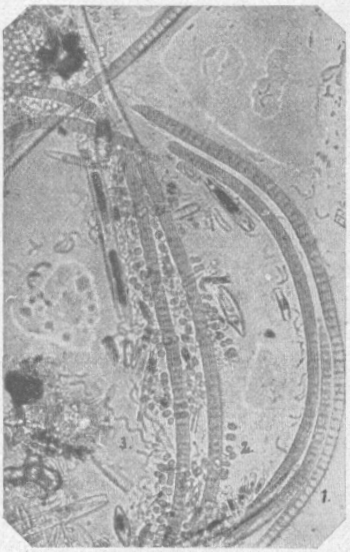


Abb. 19. Vegetation von einem Berieselungskondensator. 300fach vergrößert. *1* Oscillatoria. *2* Pediococcusförmige, grün gefärbte Algen. *3* Spirillen. (Aus Lindner, „Atlas".)

Hier sollen nur einige der häufigsten Wasserorganismen besprochen werden.

Schwingfaden oder Oscillaria. Nach Léger sind die Oscillarien am meisten schuld an dem Schlammgeruch und -geschmack der Wässer und der in ihnen vorkommenden Fische. Fische ohne Geruch in ein Wasserbassin mit Oscillarien gebracht, absorbieren in den Schleimdrüsen ihrer Haut, weniger in ihrem Fleisch die schlechten Geschmacksstoffe. Vorerst suchen wir einiger jener feinen, wie grüne Seidenfäden aussehenden Algen, die aus den Schlammpolstern hervorgekrochen und an der Glaswandung sich emporgearbeitet haben, mittelst eines Drahtes habhaft zu werden. Die einzelnen Individuen krümmen sich wie Aale; zum Teil sind sie lang ausgestreckt, zum Teil wie eine Peitschenschnur gebogen und zopfartig zusammengeflochten. Die Endstücke jedes Fadens pendeln meist wie der Kopf eines Aales hin und her. Wo mehrere Fäden aneinanderliegen, gleiten sie gewöhnlich in entgegengesetzten Richtungen aneinander entlang. Die Alge hat wegen ihrer beständig schwingenden, pendelnden Bewegung den Namen Schwingfaden erhalten. Vgl. Aufnahmen solcher Algen bei $^1/_{90}$ Sekunde in W. f. Brauerei. 1908. Nr. 41.

Es gibt verschiedene Arten davon, die sich durch die Dicke der Fäden und durch mehr oder weniger dichte Stellung der Querwände unterscheiden; letztere sind in sehr

regelmäßigen Abständen angelegt (**Abano, Abaran und Abazi**). Das Wachstum des ganzen Fadens kommt durch die Größenzunahme der einzelnen Glieder zustande. Jedes Glied legt in der mittleren Zone eine neue Querwand an, und die beiden Hälften der Zellen wachsen, jede für sich, zur Größe der Mutterzelle heran. Der Faden kann in viele Stücke zerbrechen und jedes derselben, selbst wenn es nur eine einzelne Zelle ist, kann sofort das Wachstum wieder aufnehmen. In älteren Fäden finden wir ganze Strecken derselben leer; das lebensfähige Material wird dann dargestellt durch wenige Zellreihen, die in der schlauchartigen Hülle verbleiben, bis ein Auflösen derselben eintritt.

Was den Inhalt der einzelnen Zellen angeht, so erscheint derselbe bis auf kleine Körnchenreihen homogen und von einem bläulich-grünen Farbstoff durchtränkt, der ein Gemisch von Chlorophyll, Karotin und Phycocyan ist. Der letztere Farbstoff ist indigoblau; beim Absterben der Zellen, bzw. beim Erhitzen des Wassers auf etwa 60° C, diffundiert der blaue Farbstoff aus der Zelle und gibt dem Wasser einen bläulichen Schein. Die blaue Farbe mancher Seen ist darauf zurückzuführen.

Für die Oscillaria ist auch noch ihr Vorkommen an ungesäuberten Fensterscheiben feuchter Räume sowie in der Blumentopferde bemerkenswert. In letzterer kann sie durch ihre massenhafte Entwicklung sogar den Luftzutritt zu den Wurzeln sehr verhindern.

Das Studium der **Cyanophyceen**, der blaugrünen Algen, zu denen unsere Oscillaria gehört, ist in letzter Zeit mit besonderem Eifer betrieben worden, da diese Gruppe morphologisch die Brücke von den grünen Pflanzen zu den Bakterien darstellt, die assimilierender Farbstoffe entbehren. Da die Cyanophyceenzelle die Bakterienzelle an Größe bedeutend übertrifft, ist ihr Aufbau leichter aufzuklären. Es ist besonders Kohl gewesen, welcher uns „über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle und die mitotische Teilung ihres Kerns“ (Verlag Gustav Fischer, Jena 1903) eingehend unterrichtet hat.

Jede Zelle besitzt einen Zellkern (Zentralkörper) und peripherisches Cytoplasma mit Chromatophoren.

Von den Kernen höherer Organismen unterscheidet sich der Cyanophyceen-Zellkern durch das Fehlen einer deutlich färbbaren Kernmembran und von Nukleolen und durch seine abweichende Gestalt, indem seine Ränder zahlreiche Ausstrahlungen gegen die Zellinnenwand aufweisen.

Das Cytoplasma enthält außer Chromatophoren noch Cyanophycinkörner, Fetttröpfchen, Glykogen und Vakuolen. Die Chromatophoren sind klein und führen nebeneinander Chlorophyll, Karotin und Phycocyan. Stärke ist nicht nachzuweisen; als Assimilationsprodukt ist das Glykogen aufzufassen; dasselbe verschwindet in Dunkelkulturen allmählich, um beim Belichten wieder zu erscheinen. Es scheint im Cytoplasma unsichtbare Vakuolen zu erfüllen.

Die Cyanophycinkörner im Cytoplasma stellen Reserveeiweiß dar, das in Dunkelkulturen und bei flottem Wachstum aufgebraucht wird. Sie häufen sich am meisten in den Sporen an, bei deren Keimung sie verbraucht werden.

Die Fetttropfen liegen stets im Cytoplasma.

Die im Kern häufig vorkommenden Zentralkörner stellen einen eiweißartigen, schleimigen Reservestoff vor, der sich stark färben läßt.

Außer Zellsaftvakuolen kommen auch Gasvakuolen vor, namentlich beim Aufsteigen der „Wasserblüte“.

Die Membranen der vegetativen Zellen bestehen zum größten Teil aus Chitin, daneben ist Zellulose und Pektin vorhanden. Die Schleim- und Gallerthüllen enthalten Pektinstoffe.

Beggiatoa, eine mehrere Arten, wie B. alba, media, minima, mirabilis, umfassende Gattung von Schwefelbakterien. Wenn wir unsere Wasserprobe lange genug stehen lassen, bis sie nach Schwefelwasserstoff riecht, kann es wohl vorkommen, daß wir auch lebhaft bewegliche Fäden er-

halten, die aber ungefärbt sind. Sie sind schmäler wie die Oscillaria und fallen auf durch stark lichtbrechende Körnchen im Innern der Zellen. Wir haben hier eine Schwefelbakterie vor uns. Sie steht den Cyanophyceen besonders nahe. In Brauereien und Brennereien ist sie keine Seltenheit; wir finden sie fast immer in den Rinnsalen der Abwässer. Wie für die Oscillaria, so ist auch für sie das Vorkommen in heißen Quellen charakteristisch; namentlich schwefelhaltige Quellen werden von ihnen bevorzugt.

Weil sie Schwefel in ihrem Innern ausscheiden, glaubte man bislang, sie erzeugten in den Abwässern das Schwefelwasserstoffgas, das den faulen Eiern den widerwärtigen Geruch erteilt. Dem ist aber nicht so; die Bakterie hilft im Gegenteil dieses Gas vertilgen, indem sie es oxydiert und dabei den Schwefel aufspeichert. Bei fehlendem H_2S wird der abgelagerte Schwefel zu Schwefelsäure oxydiert. Unter Umständen kann das Aufzehren des Schwefelwasserstoffes durchaus unerwünscht sein. So hat man in Schwefelbädern mitunter eine Abnahme des H_2S bemerkt infolge der Wucherungen von B. in den Leitungsröhren, in denen sie sich hauptsächlich an der oberen Wandung festsetzen, wo Luft vorhanden. Durch Wahl engerer Röhren kann man diesen Ansatz, der zur völligen Verstopfung der Rohrleitung führen kann, vermeiden.

Cramer entdeckte 1870 die chemische Beschaffenheit der öligen, lichtbrechenden Körnchen; er sah, daß sie sich in Salzsäure nicht lösen, wohl aber in einem Überschuß von absolutem Alkohol und Schwefelkohlenstoff. Cohn wiederholte 1875 diese Untersuchungen; er beobachtete außerdem, daß die Körnchen sich zu großen, gelben Tropfen vereinen und einen Geruch von schwefliger Säure entwickeln, wenn Fäden von B. auf einem Objektträger erhitzt werden. Gasperini fand, daß diese Körnchen sich viel schneller in Essigsäure und Äther lösen als in Schwefelkohlenstoff und anderen Lösungsmitteln des Schwefels.

Leptomitus lacteus, ein jetzt auch als Apodya lactea bezeichneter Wasserpilz ist besonders an der Bildung der grauweißen, wolkigen oder fuchsschwanzähnlichen Massen beteiligt, welche in Abwässern die Steine oder Pflanzen und sonstige feste Gegenstände überziehen und den Fischen für gefährlich gelten, was aber wohl noch nicht erwiesen ist.

Diese Pflanze wurde 1853 zu einer wahren Kalamität für die Stadt Schweidnitz, indem sie in der Weistritz, in welche eine Spiritusfabrik die Schlempe durch den Mühlengraben ergoß, einen Raum von über 3000 qm bedeckte und die Röhren der Wasserkunst verstopfte, so daß das Wasser in kurzer Zeit unter üblem Geruche in Fäulnis überging und zum Waschen und Kochen untauglich wurde. Der etwa 300 m lange und 2—2,6 m breite Mühlgraben war von dieser Pflanze am Boden ganz und gar mit einer weißen, lappigen, flottierenden Masse wie austapeziert, so daß es aussah, als seien Schafvliese am Boden befestigt.

Für die Ernährung des Pilzes kommen nach Kolkwitz, dem es zuerst gelungen ist, Reinkulturen dieses Pilzes zu züchten, und zwar auf Mehlwurmscheiben, in erster Linie hochmolekulare, gelöste Stickstoffverbindungen in Betracht; die Kohlehydrate spielen dabei eine untergeordnete Rolle und sind für sein Wachstum ziemlich entbehrlich. Dabei kommt er mit Vorliebe in den Abwässern der Zuckerfabriken vor. Stinkende Zersetzungsprodukte liefert er dabei nicht; es wurden nur Ammoniakverbindungen als Ausscheidungsstoffe festgestellt. Nur wo

er selbst in Fäulnis übergeht, entwickelt sich Gestank und wird das Wasser verpestet.

Das wohl ausschließliche Vorkommen des Pilzes in fließendem Wasser hat darin seinen Grund, daß er in diesem am besten gegen die Konkurrenz der Bakterien geschützt ist. Bei einer Stagnation würden ihn diese angreifen, und entstehendes Ammoniak oder Milch- oder Buttersäure würde ihm die Existenzmöglichkeit nehmen.

Durch Kochsalz und Nitrate von über 0,5—0,6 % in den Abwässern wird der Pilz abgetötet, ebenso bei Temperaturen über 30°.

Das sicherste Mittel, ihn unschädlich zu machen, besteht darin, die stickstoffhaltigen, fäulnisfähigen Stoffe möglichst abzubauen.

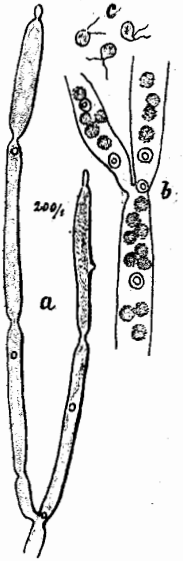


Abb. 20.
Leptomitus lacteus. Eingeschnürte Fäden mit Zellulinkörnchen. *b* Bildung von Schwärmsporen. *c* Schwärmsporen.

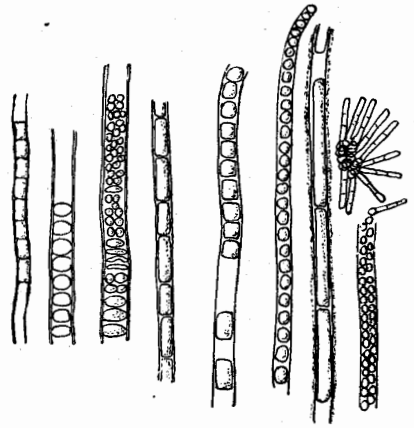


Abb. 21. Crenothrix polyspora.
In verschiedenen Stadien der Aufteilung des Fadens zu Sporen. Auskeimung der Sporen.

Waren uns an der Beggiatoa die Schwefelkörnchen im Innern der Fäden aufgefallen — der Schwefel ist hier nicht gelb, sondern kristallhell ausgeschieden —, so wird bei Leptomitus unsere Aufmerksamkeit auf größere Kugeln gelenkt, die zumeist an den eingeschnürten Stellen des Schlauches sitzen und hier als eine Art Kugelventil funktionieren. Es sind sogenannte Zellulinkörner, die in chemischer Beziehung der Pilzzellulose sehr nahe stehen.

Crenothrix polyspora (syn. Leptothrix Kühniana Rabenhorst), Quellhaar, Brunnenpest (Abb. 21) ist eine gefürchtete Wasserbakterie, die durch ihr massenhaftes Vorkommen Verstopfungen der Leitungsröhren hervorrufen kann. In den Tegeler Wasserwerken bei Berlin vermehrte sie sich so üppig, daß sie mehr als die Hälfte der mehr als einen Meter dicken Schlammschicht ausmachte, welche in den Reservoiren sich nach und nach angesammelt hatte. Die in der Schleimscheide

liegenden Fadenstücke zerfallen in immer kleiner werdende Teile, bis schließlich neben größeren, sogenannten Makrokokken, kleine kugelige Sporen (Mikrokokken) entstehen. Die Sporen verkleben mit ihren Zellwänden oft zu 1 mm dicken Kugeln, mitunter wachsen die Sporen jedoch schon innerhalb des Fadens aus. Häufig erscheinen die dicken, mit Eisenhydroxyd rostbraun gefärbten Gallertscheiden leer; dann sind die Zellen ausgewandert oder abgestorben. Die Angabe, daß C. in mit organischen Abfallstoffen verunreinigtem Wasser vorkommt, ist nicht richtig; dieser Pilz liebt gerade reines, d. h. nicht fäulnisfähiges Grundwasser, und ist seine Gegenwart hauptsächlich durch den Eisengehalt desselben bedingt.

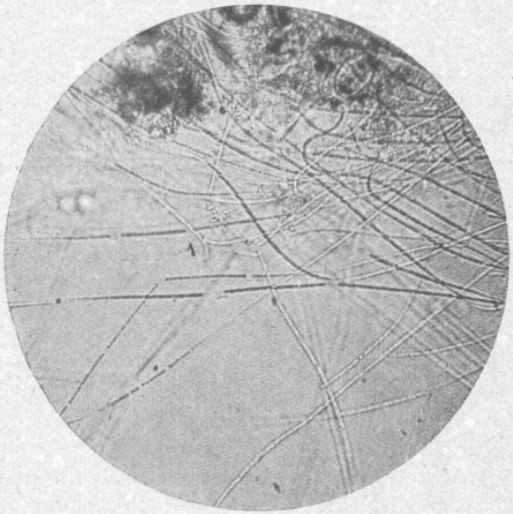


Abb. 22. Cladothrix dichotoma.
Wasserbakterie mit sogenannter falscher Astbildung, die durch bloßes Ausbiegen eines Teilstückes aus dem Fadenverband entsteht (*1*). Vergrößerung 315fach.

Physiologisch gehört C. zu den sogenannten Eisenbakterien, die in eisenhaltigen Wässern gedeihen und die lösliche Eisenverbindung, doppeltkohlensaures Eisenoxydul $FeH_2(CO_3)_2$ in ihren Schleimscheiden ablagern und dort der weiteren Oxydation durch den Sauerstoff zugänglich machen (Mohlisch), wobei sie blaßgelblich bis dunkelbraun sich färben. Wenn man ein Gemisch von Salzsäure und gelbem Blutlaugensalz zu jungen C-Scheiden gibt, so findet eine Bildung von Berlinerblau statt. Die Oxydationskraft der Bakterien hält so lange an, daß dicke Krusten von Eisenhydroxyd die ursprünglichen Fäden ganz verdecken.

Die gewaltigen Lager von Eisenocker und Raseneisenstein, von Sumpf- und Wiesenerz, sowie gewisser Manganerze werden auf die Tätigkeit der Eisenbakterien zurückgeführt, die ja auch in der Ackererde gedeihen.

Von anderen Fadenbakterien ist noch die **Cladothrix** (Asthaar) dichotoma, jetzt Sphaerotilus dichotomus genannt (Abb. 22), ein wichtiger Abwasserpilz, der an der Gabelung der Äste mikroskopisch leicht kenntlich ist. Die Gabelung ist eine sogenannte falsche Dichotomie, d. h. das einzelne Fadenstück gabelt sich nicht etwa, sondern die Gabelung entsteht durch das seitliche Ausbiegen eines solchen unterhalb eines anderen. Am Ende der Fäden bilden sich stäbchenförmige mit Geiseln versehene Schwärmzellen, sogenannte Stäbchenkonidien, die

anfänglich noch in dem gequollenen Scheidenstück eingebettet sind, dann aber frei werden, ausschwärmen, sich endlich festsetzen und durch Teilung und Scheidenbildung zu einem neuen Faden auswachsen.

Eine andere Art ist **Cladothrix odorifera,** welche im Ackerboden den strengen Erdgeruch erzeugt; sie kommt auch in morschem, faulem Holz vor und ist in alten Gärbottichen sowie Abwässern nicht selten. Siehe Bild **(Anam)** im Atlas.

Leptothrix ochracea (Chlamydothrix ferruginea), Dünnhaar, findet sich ebenso wie Crenothrix und Cladothrix in Wässern, die Eisen als doppeltkohlensaures Eisenoxydul gelöst enthalten.

Gallionella ferruginea. Die Fäden sind meist, wie bei Spirulina umeinander geschlungen, jedoch unbeweglich. In eisenhaltigem Wasser, jedoch viel seltener als die vorige Art, mit der sie vielfach identifiziert wird.

Selbst die Verwendung reinsten, bakterienfreien Quellwassers schützt oft nicht vor gefährlichen Störungen bei Wasserleitungen. Wenn das Wasser stark kohlensäurehaltig ist, greift es die eisernen oder asphaltierten Leitungsrohre an und löst Eisen und Mangan, die dann durch Eisenbakterien wie die Gallionella zur Ausscheidung kommen, wobei sich so kräftige Vegetationen bilden können, daß die Leitung sich verstopft.

Die Schleimmassen auf der Oberfläche von lange gestandenem Wasser oder an den Wänden, besonders von Felsenkellern, oder an tropfenden Wasserhähnen bestehen gewöhnlich aus kleineren Bakterien, zumeist Stäbchenformen, denen allen eine starke Verquellung der Zellmembran eigentümlich ist. Durch diese Schleimschichten erscheinen unter dem Mikroskop die eigentlichen Zellen weit voneinander getrennt. Die meisten dieser Organismen sind für Würze oder Bier ungefährlich, können jedoch oft indirekt schädigend wirken, indem sie scharfe, unangenehm riechende Stoffe produzieren, welche die Kellerluft verpesten und sich so auch auf das Bier übertragen **(Sacchalin, Ohoti).**

Wir wenden jetzt unsere Aufmerksamkeit einigen reingrünen Algen unserer Wasserprobe zu. Sie sind in der Natur zahlreicher vertreten als die blaugrünen.

Spirogyra, Schraubenalge, ist eine durch größere Fadendicke und durch zierlichere Anordnung des grünen Anteils der Zelle ausgezeichnete Alge **(Ablis).** Das Chlorophyll durchtränkt einen spiralig der Innenwand anliegenden Streifen. In der Mitte der Zelle, an dünnen Plasmafäden aufgehängt, sieht man den Zellkern.

Es gibt Arten mit nur einem und solche mit mehreren Chlorophyllbändern innerhalb derselben Zelle; sie gehören zu den bestuntersuchten Pflanzen.

Während die Alge in ihrer Wachstumsperiode unverzweigt bleibt, bildet sie später seitliche Zellenauswüchse, und zwar beeinflussen sich zwei benachbarte Faden gegenseitig derart, daß jeder derselben an entsprechender Stelle eine Ausstülpung bildet. Diese wachsen direkt aufeinander zu und saugen sich gleichsam fest; die trennende Zellhaut wird aufgelöst, und nun beginnt der Inhalt der Zelle des einen Fadens in die des anderen überzutreten. Die Inhalte verschmelzen und bilden eine Kugel, die sich bald mit einer

derben Haut umgibt. Wir haben hier den Fall einer geschlechtlichen Befruchtung, einer sogenannten Kopulation, vor uns. Die erzeugte Spore heißt Zygospore. Ausgezeichnet durch ihre große Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse, vermag sie im Schlamm wie im trockenen Erdreich zu überwintern, um im Frühjahr im Wasser wieder zu einer Schraubenalge auszuwachsen.

Nachweis der Stärkebildung bei Spirogyra. Wir geben zu einem frischen Fadenstück einen Tropfen Jodlösung und bemerken, daß im Verlauf des grünen Bandes einzelne Punkte sich schmutzig-blau färben. Dies sind kleine Stärkekörnchen. Wir bringen das Wasserglas eine Zeitlang ins Dunkle und wiederholen an einem neuen Präparat die Jodprobe. Die Blaufärbung bleibt aus. Im Dunkeln hat die Pflanze die Stärke, die sie im Licht produziert hatte, wieder aufgezehrt, veratmet. Hin und wieder treffen wir in der langen Reihe von Zellen die eine oder andere an, deren schleimiger Inhalt zusammengeschrumpft ist und wie ein Sack inmitten der Zelle liegt; die grünen Streifen haben an dieser Schrumpfung mit teilgenommen und dabei ihr frisches Aussehen verloren. Die betreffenden Zellen sind abgestorben. Die Todesursache ist uns zumeist unbekannt.

Cladophora, Astträger. Während die Spirogyrafäden sich weich und schlüpfrig anfühlen, lernen wir in dieser an Balken und an Pfählen in

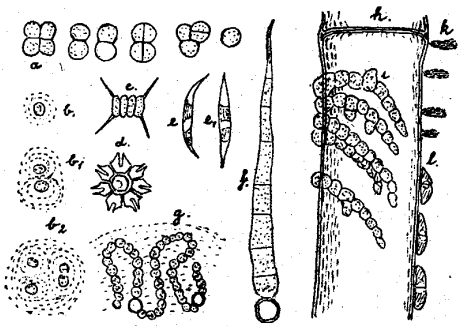


Abb. 23. Verschiedene Algen.
a Pleurococcus vulgaris (an feuchten Bretterzäunen häufig und diese grün färbend). *b* blaugrüne Gloeocapsa mit geschichteten Schleimhäuten. *c* Scenedesmus quadricaudata (4 Zellen zu einem Bündel vereint; die vier Ecken mit haarförmigen Fortsätzen). *d* Pediastrum, Zellensternchen (8 Zellen sind zu einer Kolonie, einem „Coenobium" zusammengetreten). *e* spindelförmige Alge. *f* peitschenförmige Alge Rivularia. *g* rosenkranzförmige Alge Nostoc. *h* Fadenstück einer Cladophora (Astträger) mit Bakterienhäufchen (*k*) und kleinzelligen Algenformen (*i* und *l*) besetzt.

unseren Wässern häufigen Alge eine rauh, hart sich anfühlende Art kennen. Die Fäden haben beinahe die Dicke eines Menschenhaares und sind im Gegensatz zu Spirogyra verzweigt. Die Oberfläche des breiten Fadens bietet für andere Organismen einen günstigen Boden zur Ansiedlung; die einen suchen sich lediglich darauf festzuwurzeln, die anderen suchen sich von den ausgeschiedenen Stoffwechselprodukten der Alge zu ernähren.

Wir sehen auf dem Fadenstück *h* in Abb. 23 eine kleine Algenform (*i*), welche den Faden zu umspinnen sucht.

Dann sehen wir bei *k* Bakterien zu keulenförmigen Häufchen zusammengedrängt, mit dem spitzen Ende aufsitzend; dann noch vereinzelte, aus nur zwei Zellen bestehende Individuen einer kleinen, grünen Algenart. Auch Kieselalgen und Infusorientierchen siedeln sich häufig auf den Fäden an. Der Inhalt einer langen Fadenzelle ist nicht ohne weiteres deutlich erkennbar, da die vielen grünen Chlorophyllplättchen der inneren Wandung dicht anliegen.

Solche Fadenalgen besitzen mit die größten Zellen, denen wir im Pflanzenreich überhaupt begegnen. Unter den meeresbewohnenden Schlauchalgen oder Siphoneen kommen sogar fingerlange und ebenso dicke Zellen vor, so bei Caulerpa. Hier sind die Zellwände sehr dick angelegt und gegen das Eindrücken noch durch Zellulosestäbe, die quer durch die Zelle gehen, versteift. Eine derartige große Zelle ist aber bei Verletzungen viel zu sehr gefährdet, als daß sie unter wechselnden Verhältnissen mit einem vielzelligen Organismus von gleichen Dimensionen konkurrieren könnte. Wie die Cyanophyceen zu den Spaltpilzen (Bakterien), so haben die Schlauchalgen morphologisch und jedenfalls auch genetisch sehr enge Beziehungen zu der Pilzgruppe. Bei den Schimmelpilzen werden wir in der Mucorgruppe Pflanzen kennen lernen, die bei reicher Verzweigung doch querwandlos bleiben können und mithin auch einzellige Organismen darstellen.

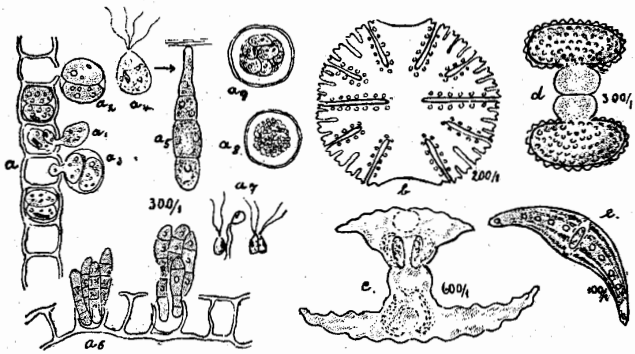


Abb. 24. a—a_9 Ulothrix zonata *Ktz.* (Kraushaar) in verschiedenen Entwicklungsstadien (nach Dodel), *b*, *c*, *d*, *e* Desmidiaceen (Bandalgen); *b* Micrasterias papillifera, warzige Sternchenalge, *c* aus zwei ungleichen Hälften bestehende Bandalge Staurastrum, *d* Cosmarium margaritiferum, die beiden Zellenhälften an der Trennungsstelle auswachsend, *e* Closterium moniliferum (gekrümmt, spindelförmig). *b*, *d*, *e* nach Lürssen.

Ulothrix zonata, Kraushaar. In Wasserproben, namentlich im Frühjahr, sieht man oft Unmengen kleiner, grüner Körperchen, die Geißeln tragen und sich außerordentlich schnell im Gesichtsfeld tummeln. Der Laie vermutet in ihnen zuerst immer Tiere. Es sind in Wirklichkeit aber pflanzliche Gebilde. Wir lernen in der Ulothrix (a—a_9 in Abb. 24) eine Fadenalge kennen, welche derartige Schwärmzellen zeitweise in großer Zahl und in verschiedener Größe bildet; auch bei der Cladophora ist das nämliche der Fall und ist bei ihr auch zum erstenmal die Bildung von Schwärmsporen beobachtet worden.

Bei der Ulothrix teilt sich der grüne Zellinhalt in mehrere Portionen und tritt durch eine Öffnung der Wandung hindurch ins Freie (a_1—a_3); die einzelnen Ballen werden zu Schwärmern. Sie nehmen eine birnförmige Gestalt an (a_4) und bilden an den spitzen Enden vier lange Geißeln oder Cilien aus. Später saugt sich ein solcher Schwärmer, der auch durch einen roten Pigment- oder Augenfleck ausgezeichnet ist, mit dem spitzen Ende fest unter Abstoßung der Cilien, umgibt sich mit einer Haut und wächst zu einem neuen Faden aus (a_5). Unter Umständen entstehen statt einzelner großer eine Menge kleiner

Schwärmer mit je zwei Wimpern (a_7). Diese Schwärmer paaren sich, indem sie sich seitlich zusammenlegen und miteinander verschmelzen. Die daraus entstandene kugelförmige Zelle (Zygote) umgibt sich mit einer Haut, wächst langsam heran (a_8) und bildet ihren Inhalt zu größeren Schwärmzellen aus (a_9), die sich wie die ersterwähnten verhalten. Sind die kleinen Schwärmer aus der Zelle nicht ausgeschlüpft, dann können sie auch ohne Paarung gleich zu kleinen Fäden (a_6) auswachsen. Die Ulothrix (Kraushaar) zonata lebt in Bächen, Kanälen usw. in Gestalt unverzweigter, infolge tonnenförmiger Anschwellung der einzelnen Zellen rosenkranzähnlicher, kraus durcheinander gewundener Fäden. In den entleerten Fadenstücken sehen wir in der Zellwand die Löcher, die beim Austritt der Schwärmer entstanden sind.

Die Spirogyra, Oscillaria, Ulothrix und Cladophora gehören zu den größeren, schon mit dem bloßen Auge wahrnehmbaren mikroskopischen Objekten, die unsere Wasserprobe uns darbietet.

Kieselalgen (= Bacillariaceen, Diatomaceen). Die Kunst des Zeichners versagt bei der Aufgabe, die Feinheiten des Baues der Kieselpanzer naturgetreu wiederzugeben. Als wenn die Natur mit den feinsten Zirkeln und Linealen gearbeitet hätte, so erscheinen uns die Gebilde in mathematischer Regelmäßigkeit. Doch ein Blick ins Mikroskop oder auf Photogramme belehrt uns darüber besser als Worte.

Es war im Jahre 1834, als Kützing bei dem Versuch, die Kalkinkrustationen an den Fäden von Characeen (Armleuchtergewächse) zu entfernen, diese mit Essigsäure behandelte und dabei die Beobachtung machte, daß die an denselben haftenden Diatomaceen unverändert blieben, selbst dann noch, als mit konzentrierter Salzsäure und Salpetersäure eingewirkt wurde. Nun wurde eine größere Menge Diatomeen verarbeitet und auf Kieselsäure untersucht, die auch mit Bestimmtheit nachgewiesen werden konnte. Infolge dieser Entdeckung erhielt Kützing 200 Taler zu einer Reise nach dem Adriatischen Meer. Vor seiner Abreise vollendete er jedoch noch seine neue Arbeit, über die er bereits an Ehrenberg persönlich berichtet, „Über den Nachweis der vegetativen Natur der Hefe und ihre Bedeutung als Gärungsmittel". Vgl. S. 168.

Die Abbildungen in nachstehender Abb. 25 können nur in einem ganz schwachen Maße Anspruch machen, naturgetreue Kopien zu sein; sie sollen uns jedoch von der Fülle der Formen, die in unseren Wässern leben, eine Vorstellung geben. Von der schachtelartigen Zusammensetzung der Schalen haben wir noch nicht gesprochen. In a_1 sehen wir in einer Ansicht der Gürtelseite, daß die Schalenhälften bereits sich auseinandergeschoben und daß in der Mitte bereits zwei neue Schalen gebildet sind. Am besten ersieht man jedoch aus e und e_2 die Ähnlichkeit mit einer Dose oder Schachtel. Bei den beiderseits in haarfeine Spitzen auslaufenden Formen u bis u_2 wird es uns schon schwerer, an eine solche Bauart zu glauben, und doch ist dem so. Bei den bandartigen Formen q bis t müssen wir uns vorstellen, daß wir auf die Gürtelseiten sehen.

Denken wir uns eine große Anzahl Glasschälchen nebeneinander zu einer Rolle zusammengehäuft, so zwar, daß immer zwei kleinere Schälchen von zwei größeren eingeschlossen werden, dann wird uns der Aufbau einer solchen bandförmigen Kieselalge verständlich werden.

Bei einzelnen Arten klappt das eine Ende der Schalenhälften etwas mehr auseinander als das andere; wir bekommen in der Gürtelansicht dann keil- bis fächerförmige Figuren wie bei n, m_1, x_1, z. Einzelne Arten besitzen einen Stiel, dessen unteres Ende sich auf der Unterlage festklebt (x, y, z); andere Arten kapseln sich in lange Schläuche ein, die aus einer ähnlichen schleimigen Masse wie die Stiele bestehen (z_1).

Was uns bei vielen Arten noch auffällt, ist die Bewegungsfähigkeit; wie ein Schiffchen gehen sie vorwärts oder rückwärts, manchmal einen bestimmten Kurs längere Zeit genau

einhaltend, manchmal aber jeden Augenblick in einer anderen Richtung steuernd. Über die Ursachen dieser Bewegung ist neuerdings einige Klarheit geschaffen. Es hat sich nachweisen lassen, daß die beweglichen Kieselalgen feine Plasmafäden aus den Schalen hervortreten lassen, welche die Bewegung herbeiführen.

Die feineren Einzelheiten des Schalenbaues werden gewöhnlich erst an geglühten Algen studiert. Siehe im Atlas die Bilder (**Aba, Abako, Abanfo**), die von geglühten Präparaten stammen. Die Kieselsäure wird beim Glühen nicht zerstört, sondern nur die organischen Beimengungen.

Beijerinck ist es gelungen, auf Kieselsäuregallerte, die mit Nährsalzen ($^1/_{22}$% K_2HPO_4 und $^1/_{22}$ NH_4Cl bzw. bei Meeresdiatomaceen 3% Kochsalz) versetzt waren, Reinkulturen von Kieselalgen zu züchten.

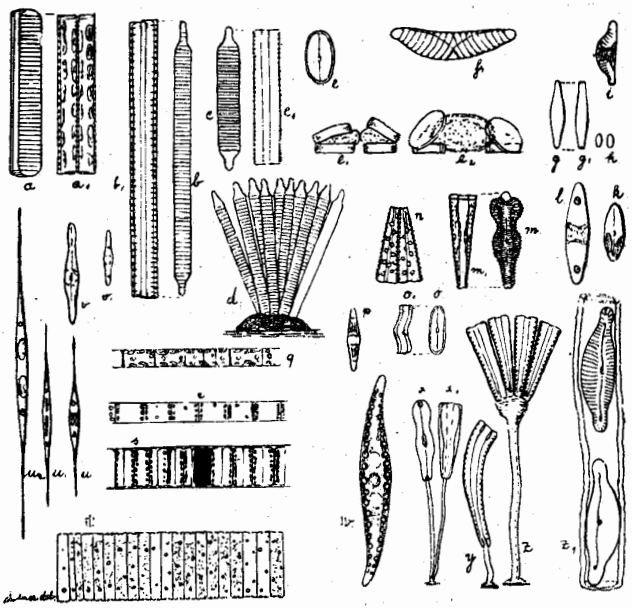


Abb. 25. Verschiedene Kieselalgen aus dem Müggelsee und dem Berlin-Spandauer Schiffahrtskanal.

a, *b*, *c* Synedra. *d* Gruppe von linealförmigen Kieselalgen, die mit den unteren Enden in einem Schleimkuchen stecken. Synedra ulna, Ellenstäbchen. *f* Epithemia turgida. *m* Gomphonema (Keilfaden). *n* Meridion circulare. *o* Achnanthes. *q*, *r*, *s* Melosira (Gliedschnur). *t* Fragilaria, *u* Nitzschiella. *p*, *v* Navicula. *w* Pleurosigma, *e* Cocconeis pediculus (weil sie wie Läuse auf anderen Algenfäden sitzen). e_1 und e_2 dieselbe Alge bei der Kopulation; die oberen Deckel werden emporgehoben, und die Plasmamassen zweier benachbarter Individuen verschmelzen zu einer Kugel (Auxospore), die später sich wieder zwei Schalen ausbildet. *q*, *r*, *s*, *t* bandförmige Kolonien, von der Gürtelseite gesehen. *x*, *y*, *z* gestielte Kieselalgen (Gomphonema-Arten). z_1 Kieselalgen, in Fäden liegend (Encyonema).

O. Zacharias rechnete für den Plöner See nach dem Befund am 7. April 1894 eine Menge von 15000 Zentner Frischsubstanz an Kieselalgen (Melosira) heraus, die als Plankton darin schwebte.

Im Ohelager in der Lüneburger Heide ist die oberste Schicht weiß (1—5 m), dann folgt eine hellgraue, nach unten allmählich dunkler werdende Schicht von 1—4 m Mächtigkeit und schließlich eine blaugrüne von 1—10 m. Zum Teil sind die Schichten schwefelhaltig von den Schwefelbakterien, die mit den Kieselalgen zusammen wuchsen.

Ehrenberg hat die Menge Kieselsäure, die täglich in den Gräben des Berliner Tiergartens von Kieselalgen aufgenommen wird, auf $^1/_2$ Zentner veranschlagt. Unterhalb der Karlstraße und der Museumsinsel finden sich ganze Lagen von Diatomeenerde, die bis 100 Fuß mächtig sind und nicht weniger als 90 verschiedene Arten aufweisen.

Die Unzerstörbarkeit des Schalenmaterials macht es auch erklärlich, daß im Laufe von Jahrtausenden und Jahrmillionen die Schalen abgestorbener Kieselalgen in unseren Meeren zu ansehnlichen Schichten sich angehäuft haben. Bei Trockenlegung des Meeresbodens werden sie dann zu festen Erdschichten umgewandelt.

Die Kieselalgen kommen auch in feuchtem Erdboden fort, und die erdfressenden Menschen nähren sich in Wirklichkeit vorwiegend von den Bestandteilen jener Kieselalgen.

Für zarte Hände kann das Arbeiten mit Schlamm unter Umständen dadurch gefährlich werden, daß durch die Wunden, welche die spitzen Kieselalgen der Haut beibringen, Krankheitskeime in das Blut gelangen können.

Besonders reichlich vermehren sich die Kieselalgen an den Berieselungskondensatoren in unseren Brauereien. Siehe Bild **(Abaran, Abazi** und **Abina)** im Atlas. Der Praktiker hält die rostig aussehenden Beläge gewöhnlich für eine bloße Eisenausscheidung.

In Wasserreserven, die offen sind und Licht haben, bilden die Kieselalgen mitunter auch mehr oder weniger stark braune Wandbeläge. Die braune Farbe rührt von einem besonderen Farbstoff, Diatomin, her, der neben dem Chlorophyll in den Zellen vorkommt. Beim Absterben der Zellen tritt der braune Farbstoff zuerst nach außen, und der grüne Farbstoff tritt dann zutage.

Die Kieselgur, die sowohl zum Umkleiden von Dampfrohren als auch zur Fabrikation des festen Dynamits Verwendung findet, besteht fast ausschließlich aus den Schalen dieser Pflänzchen.

Diatomitstein ist ein aus Kieselgur hergestellter Stein, der wegen seines geringen Gewichts, seiner Wärmeschutzkraft und Feuersicherheit gern zu Isolationen und zum Beleg von Dampfrohren benutzt wird.

Desmidiaceen oder Bandalgen. Diese Gruppe von Algen kommt immer nur vereinzelt, nicht in Verbänden vor. Besonders die Wasser aus Torfmooren sind reich an diesen Organismen. In *b—e* der Abb. 24 sehen wir einige Vertreter einzeln lebender Arten. Im Gegensatz zu den meist braun gefärbten Kieselalgen finden wir hier die reingrüne Farbe wieder vor. Die Chlorophyllkörper haben gewöhnlich eine strahlige Anordnung. Die Oberfläche der Zellen ist glatt oder warzig; die Zelle fast immer symmetrisch gebaut. Bei der vegetativen Vermehrung brechen die Hälften auseinander, und an den Trennungsflächen keimt eine neue Hälfte hervor, die der älteren an Größe und Aussehen immer ähnlicher wird (*d*). Auch eine Kopulation kann gelegentlich stattfinden. Die neuen Auswüchse der Zellenhälften verschmelzen mit denen einer anderen Zelle, und es bildet sich eine Spore, eine sogenannte Zygote, die ihre Haut stark verdickt und stachlige Fortsätze ringsherum aussendet.

Das Kapitel über die Algen wollen wir mit der Betrachtung einiger durch ihre Wachstumsweise besonders charakterisierter Formen schließen. Wir knüpfen an die Abbildungen in Abb. 23 an. In der obersten Reihe sehen wir bei *a* einen Pleurococcus

vulgaris, eine wie durch Rippen eingeschnürte kugelförmige Alge. Die Entwicklung aus der Kugel zum vierzelligen Paket geht in ähnlicher Weise vor sich wie bei der Biersarcina, die wir später noch kennen lernen werden. Die Kugel streckt sich in die Länge, teilt sich durch eine Querwand an der schmalsten Stelle, dann bildet sich eine Querwand in der Längsrichtung; jede der vier Zellen rundet sich mehr oder weniger stark zur Kugel ab und kann später aus dem Verband heraustreten. Ähnliche Vorgänge spielen sich ab bei der als Gloeocapsa (b—b_2) bezeichneten Alge; nur tritt hier sogleich eine Trennung der beiden Hälften der Kugel ein infolge einer intensiven Quellung der Zellhaut. Je öfter der Teilungsvorgang sich wiederholt, um so mehr Quellungsschichten treten auf, und zwar wird das neue System immer von einem älteren umschlossen. Auch die rosenkranzähnliche Form (g) mit den beiden leeren Zellen (sog. Grenzzellen oder Heterocysten) sehen wir in einer Schleimmasse eingebettet liegen, eine Schichtung fehlt aber hier. Die Alge gehört zur Gattung Nostoc. Sie ist zumeist auf feuchter Erde anzutreffen und bildet da zitternde, gallertige Massen, die von Landleuten oft als vom Himmel gefallene Sternschnuppen aufgefaßt wurden. Beim Eintrocknen bilden sie dünne Häute, die vom Wind leicht verweht werden. Bei eintretendem Regen oder auf feuchtem Boden quellen sie hier wieder auf. Sie enthalten dann gegen 40% Wasser.

Die peitschenförmige Alge (f) mit der einen großen Grenzzelle gehört der Gattung Rivularia an, deren Arten ebenfalls auf feuchter Erde gallertige Massen bilden; sie kommen aber auch im Wasser an Sumpfpflanzen sitzend vor.

Fig. d stellt ein Pediastrum dar, c eine Scenedesmusart. Für beide Gattungen gilt, daß die Anordnung zu solch regelmäßigen Gebilden bereits in der Mutterzelle eingeleitet wird. Durch einen Riß der Mutterzellmembran tritt dann die junge Kolonie aus. Die sichelförmige bzw. spindelförmige Alge e—e_1 kommt zu gewissen Zeiten so massenhaft im Wasser vor, daß dasselbe eine grün gefärbte Emulsion darstellt.

Ein etwas höher organisiertes, zu den Florideen oder Rottangen gehöriges Pflänzchen, das sich in Gebirgswässern häufiger findet, ist die sogenannte Froschlaichalge

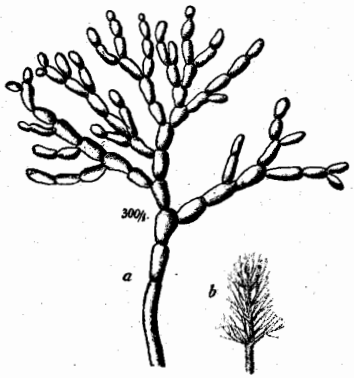


Abb. 26. Batrachospermum moniliforme. Froschlaichalge, Tausendast. *a* Seitenast. *b* Habitusbild der Pflanze.

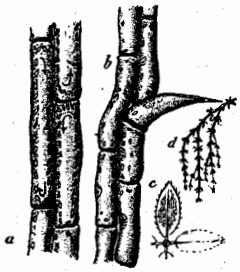


Abb. 27. Elodea canadensis, Wasserpest. *a* Zellen aus der Mittelrippe. Die Pfeile deuten die Richtung der Bewegung an, welche das wandständige Plasma mit den Chlorophyllkörperchen ausführt. *b* Zellen vom Blattrand mit deutlichen Zellkernen; *c* ein Blattwirtel; *d* Habitusbild der Pflanze.

oder Tausendast (Abb. 26); sie interessiert uns hier wegen der reichlich gegliederten und nach Art mancher Hefen wachsenden Sproßverbände.

Wie der Name schon sagt, sind dieselben wie Froschlaich schlüpfrig anzufühlen und stark verschleimt.

Von den höheren Wasserpflanzen wollen wir die Elodea canadensis oder die Wasserpest etwas näher betrachten. (Abb. 27.)

Sie ist eine der gefürchtetsten Pflanzen, weil sie sich so schnell und so massenhaft vermehrt, daß sie ganze Kanäle verstopft und für die Schiffahrt unwegbar macht. Von Kanada ist sie nach Irland vor Jahrzehnten verschleppt worden, von da wurde sie nach

dem Berliner botanischen Garten in einzelnen Exemplaren verpflanzt und von hier aus hat sie sich über ganz Deutschland verbreitet. Wir legen eines der zarten, jungen Blättchen unter das Mikroskop, sehen uns die stachlichen Umrisse des Blattes an, dann die Zellen der Blattspreite und der Mittelrippe und beobachten längere Zeit den Inhalt der Zellen. Wir bemerken zu unserem größten Erstaunen, daß hier in den meisten Zellen der Inhalt eine lebhafte Bewegung zeigt. Die grünen Chlorophyllkörner, getragen von dem der Wandung anliegenden Plasma, umkreisen mit diesem in ziemlich flotter Bewegung den Saftraum der Zelle. Wir bemerken ferner noch, wie die einzelnen Zellen des Blattes stellenweise durch Lufträume getrennt sind; je mehr der Spitze genähert, um so dichter schließen die Zellen aneinander, um so mehr sind sie auch an Form und Größe untereinander übereinstimmend. Wir begreifen aus dem Bilde leicht, wie der Ort, an welchem die einzelne Zelle entsteht, entscheidend wird für die Funktionen, die sie verrichten soll. Besonders lehrreich ist es, die Ausbildung der Randzellen zu verfolgen. In ihnen werden wir auch regelmäßig einen Zellkern deutlich zu sehen bekommen.

Die größere Vegetation stehender Gewässer und das fernere Schicksal derselben. Unter dem Wasser finden wir häufig Characeen und Myriophyllen; auf demselben erscheinen die Blätter von Seerosen (Nuphar), Ranunculus. Die Sumpfvegetation am Ufer besteht aus Phragmites, Scirpus usw. Abgestorben sinken sie auf den Boden, das Wasser wird seichter, die Sumpfvegetation dringt vor und verdrängt die Wasserflora. Carices, Menyanthes, Lythrum, Butomus, Acorus, Equisetum bedecken schließlich das Wasserbecken. Nun kommen Gräser und Kräuter auf, und eine Wiese nimmt jetzt die Stelle des Wasserbodens ein; auf dieser wachsen Weiden, Erlen und schließlich wird aus der Wiese ein Wald. Ähnliche Umwandlungen vollziehen sich auf frisch angeschwemmten Sandbänken unserer Gebirgsflüsse. Erst stellen sich Knöterich-(Polygonum) und Gänsefuß-(Chenopodium) Arten ein, zwischen denen Samen von Weide und Pappel und Erlen keimen; weiter kommen Kräuter mit unterirdischen Stengeln (Rhizomen) und stellt nun das ganze eine Au dar. Mit Zunahme des Schattens gehen die Kräuter zurück und bilden absterbend eine Humusdecke, die für Erle und Weide aber kein guter Boden, daher sie von Ulmen und Pappeln überholt werden. Vorher Weidenau, jetzt Pappelau.

48. Eine wichtige Arbeit über Eisenbakterien des Wassers

hat Einar Naumann in Lund über die Eisenorganismen Schwedens unternommen und zunächst die Ausscheidungsarten des Eisens, die sog. Sideroplastie in dem Teichgebiet von Aneboda klargestellt. (Kungl. Svenska Vetenskapsak. Handlingar Bd. 62, Nr. 4, mit 6 Tafeln und 35 Abb.).

Das Teichgebiet Aneboda, in dem eine limnologische Versuchsanstalt errichtet ist, liegt im Urgestein, ist verhältnismäßig arm an Nährstoffen, dafür aber bemerkenswert wegen der Bildung von Eisenausscheidungen (Ocker) und Vererzung der Eisenorganismen. Unter diese reiht Verf. alle diejenigen Organismen ein, die sich beim Ausfällen und Auflösen der Eisenverbindungen betätigen, also die siderogenen und siderophagen. Die ersteren fällen das Eisen entweder in ihrer Membran an oder außerhalb derselben als Oxydhydrat. Die Art der Ablagerung des Eisens, die Sideroplastie, ist für manche Formen sehr charakteristisch. Naumann geht so vor, daß er Glasscheiben in die Wässer versenkt und dann die Aufwuchserscheinungen quantitativ und qualitativ verfolgt. Die „Aufwuchstendenz" der verschiedenen Gewässertypen ergibt sich dann ohne weiteres durch die Analyse einer Einheitsfläche auf der Scheibe. Außer in der freien Natur wurden auch die Wässer im Laboratorium ebenso untersucht, nur daß hier noch

Bodenproben beigegeben wurden, um eine schnellere und kräftigere Entwicklung zu bekommen. Bei Aneboda sind die beiden humusgefärbten Gewässertypen aus den Zuwachsteichen und dem Eisensumpf durch folgende Analyse charakterisiert (mg im Liter; die Zahlen für den Eisensumpf eingeklammert): Fe_2O_3 1,6 (26,8), Cao 21 (17), K_2O 4,1 (4,5), P_2O_5 0 (0), H_2SO_4 11,1 (6,3), Cl 7,3 (4,9), Abdampfrückstand 152 (164), Glührest 69,6 (65,6), NH_3 0,25 (0,6), Sauerstoffverbrauch 35,2 (40). Am meisten Eisen führen die Sumpfwässer, die Teiche am wenigsten, das Bachwasser nimmt eine Mittelstellung ein. In letzterem treten auf der höheren Bachflora, die durch Calla palustris, Carex rostrata,

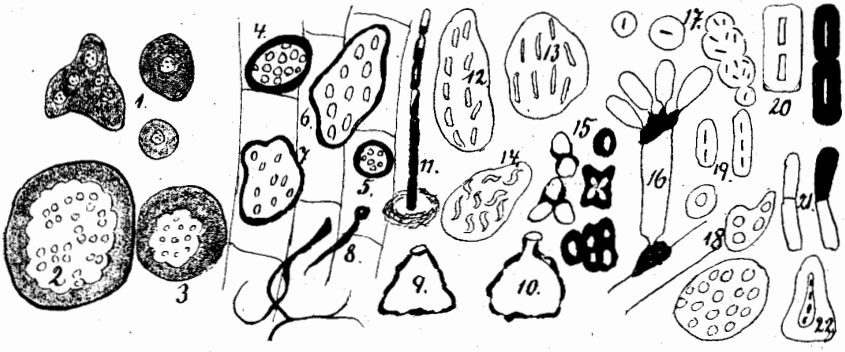


Abb. 28. *1.* Typische Aggregate von Siderocapsa. *2.* Aphanocapsa siderodermа E. Naumann. *3.* A. siderosphaera E. N. *4.* Siderocapsa major Mohlich. *5.* S. Treubii. *6.* Siderothece major E. Naumann. *7.* S. minor E. N. *8.* Clonothrix fusca, die junge Pflanze mit Haftscheibe. *9.* Lagynion triquetrum. *10.* L. urcolatum. *11.* Gallionella sideropons mit Haftscheibe 12—14. Nicht vererzende Myxophyceen aus dem Bachwasser. *12.* Aphanothece luteola. *13.* A. longior. *14.* Spirillopsis irregularis. *15.* Sideroderma limneticum. *16.* Eisenanreicherung bei Ophiocytium arbuscula. *17.* Siderocystis vulgaris. *18.* S. minor. *19.* S. duplex. *20.* Sideroderma rectangulare. *21.* Siderobacter duplex. *22.* Mycothrix clonotricoides.

Equisetum limosum, Glyceria fluitans, Juncus supinus, Menyanthes trifoliata, Myriophyllum alterniflorum, Naumburgia thyrsiflora, Nuphar luteum, Potamogeton polygonifolium gekennzeichnet ist, die Eisenorganismen im allgemeinen höchstens als dünne Schichten von braungrünlicher Farbe auf. Wirkliche Eiseninkrustationen fehlen, trotzdem die mikroskopische Analyse des Aufwuchses aus siderophoren Formen besteht.

Auf den Bachpflanzen herrscht von den Eisenbakterien siderocapsa vor, weniger entwickeln sich Chlamydothrix, Crenothrix und Gallionella. Diese erreichen ihre Hauptentwicklung erst in den Kleinsümpfen (Abb. 28, Fig. 1—8).

Von Algen mit Schleimwänden sind Aphanothecearten und Cephanocapsa, ferner Spirillopsis vertreten.

Von Flagellaten sind die Lagynionarten mit ihren krug-, bohnen-, nierenförmigen Gehäusen zahlreich. Von Grünalgen fallen die Characiumarten auf, deren gallertartige Haftscheibe ein ausgiebiges Anreicherungszentrum für Eisen bildet; auch Ophiocytium verhält sich ähnlich (Abb. 28, Fig. 16), das zu den Heteroconten gehört.

Von Kieselalgen haftet sich Eunotia mit einem leicht vererzenden Gallertpolster auf der Unterlage fest.

Auch die Steine im Bach tragen Pflanzenbestände, die z. T. auch in ihren Gallertwänden Eisen ablagern, so die Charakteralge des reißenden Bachlaufs, Stigonema mammilosum und die schwarze Warzen bildende Flechte Polyblastia Haenscheliana.

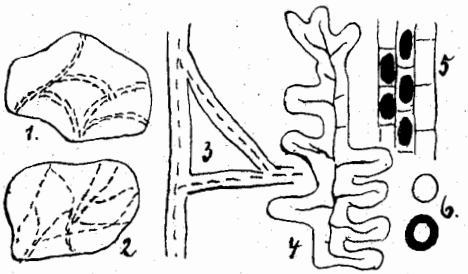


Abb. 29. *1.* u. *2.* Mycothrix abundans. *3.* Cladothrix reticularis. *4.* Actinomyces ferrugineus. *5.* Epidermiszellen von Potamogeton natans mit Eisenflecken. *6.* Siderocapsa monoica, unten stark vererzt.

Die Wasserleitung für das Laboratorium in Aneboda ist aus galvanisiertem Eisen und 10 m lang; trotzdem immer reichlicher Wasserverbrauch ist, hat sich doch eine üppige Mikroflora des siderophoren Typus eingestellt. Die Glasscheibenmethode lieferte hauptsächlich Clonothrix und Lagynion, hin und wieder auch das eisenfällende Myzel eines Schimmelpilzes. In den Kleinsümpfen mit ihren oft auf weite Entfernung rotleuchtenden Flächen aus ausgefälltem Eisenoxydhydrat, die geradezu einen Charakterzug des Teichgebietes von Aneboda bilden, sind Eisenbakterien die Ursachen dieser Erscheinung, und zwar zumeist

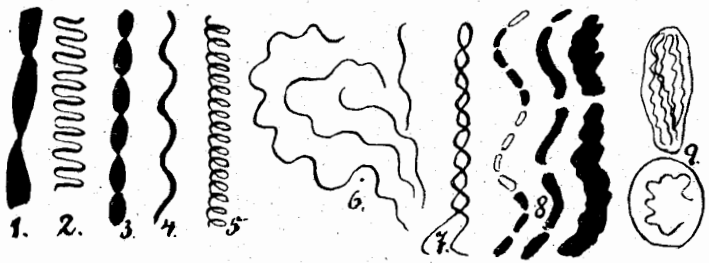


Abb. 30. Gallionella ferruginea. Unterabteilung Eugallionella. *1.* Forma lata. *2.* Forma tenuis. *3.* Forma Nodofolium. *4.* Forma Spirosoma. *5.* Forma solinoidea. *6.* Forma trichoidea. *7.* Forma typica. *8.* Vererzung von Gallionella und Zerfall in Teilstücke. *9.* Gallionella ferruginea. Unterabteilung Mycogallionella. Einige charakteristische Wachstumstypen der L. trichoidea.

Chlamydothrix ochracea, Gallionella ferruginea (Crenothrix fehlt) und Sideroderma limneticum (Abb. 28, Fig. 15). Letztere sind auch als Ockerbildner besonders tätig am Boden der Kleinsümpfe. Cladothrix dichotoma spielt als Eisenfäller keine Rolle. Die Gallionella ist in ihren verschiedenen Formen in Abb. 30 wiedergegeben. Ihre typische Form ist der zum Zopf gedrehte Faden (Fig. 7). Bei Mycogallionella umgibt die Einzelfäden eine Gallerte, die lebhaft Eisen aufnimmt (Fig. 9).

Die amorphe oder abiogene Ockerbildung ist jedenfalls nicht so häufig, als man bisher angenommen; bei genauerem Zusehen sind eben

zumeist Eisenbakterien die Ursache. Eisenflocken werden auch auf höheren Pflanzen ausgeschieden (Abb. 29, Fig. 5), so auf den Epidermiszellen von Potamogeton natans.

Naumann fand auch unter den im Teichwasser schwebenden Organismen, also im „Plankton", Algen, die als eisenfällend sich erwiesen: Coccomonas, Siderocelis und Trachelomonas, ferner eine Bakterienform Sideroderma limneticum.

Im Neuston „im obenauf Schwimmenden" sind die lebhaft gefärbten — intensiv ziegelrot bis sanft blauen — Oberflächenhäutchen charakteristisch für die Eisensümpfe. Oftmals zeigt sich ein buntes Nebeneinander von gelben und roten Nüancen, die wie Gold glänzen. Mikroskopisch scheinen die Häutchen aus lauter Kokken zusammengesetzt zu sein, es sind aber meist kolloide Ausflockungen oxydierter Eisensalze. Die Probe mit Salzsäure gibt hier Aufschluß, ob Organismen anwesend. Oft liegt die Sache so, daß erst siderophile Organismen im Neuston auftauchen und daß erst später die kolloidale Ausflockung stattfindet; sie bringt die Entwicklung jener zum Stillstand und drängt sie in die untere Schicht. Gallionella spielt im Neuston die Hauptrolle, gelegentlich wurde auch Chlamydothrix ochracea und Clonothrix, Sideroderma und Siderobacter beobachtet (Abb. 28, Fig. 20, 21).

49. Von der sogenannten „Wasserblüte".

Wenn wir die Teiche und Flußbuchten zu verschiedenen Zeiten beobachten, fällt uns als besonders markante Erscheinung die sogenannte „Wasserblüte" auf, die in verschiedener Färbung die Wasserfläche überzieht. Schmula hat uns über die Wasserblüte der schlesischen Teiche ausführlicher berichtet (74. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur von 1896, Breslau 1897).

Vom Juli bis September kommen vor

blaugrüne Decken	Aphanizomenon flos aquae, Anabaena flos aquae, Polycystis elabens, „ aeruginosa, „ scripta,
hellgrüne „	Scenedesmus quadricauda, „ opoliensis, „ acuminatus, Cosmaridium silesiacum,
rotgefärbte „	Chromatium Okeni, Astasia haematodes.

Im Teichplankton fanden sich von Kieselalgen meist Melosira granulata, Asterionella gracilis, Synedra delicatissima, Fragilaria crotonensis, Rhizosolenia, Attheya.

Nach Kolkwitz ist für das Aufkommen der Wasserblüte bei Euglenen, Thiobakterien, Chlamydomonaden das Vorhandensein von

gruppe[1]).) Natürlich haben die Bewohner fruchtbarer Küstenstriche, wie unserer Marschen in guten Zeiten auf diese Dinge wenig Wert gelegt, sie höchstens geschmäht ob des üblen Geruches, den sie beim Faulen am Strande verbreiten. Diese Nichtachtung muß heute fallen gelassen werden, nachdem wir erfahren haben, daß Amerika an der Küste des Stillen Ozeans so viel Tang ans Land geworfen bekommt, daß der gesamte Kalibedarf Nordamerikas daraus gedeckt und noch erhebliche Mengen davon exportiert werden können. Statt einer Einfuhr im Wert von 12 Millionen Dollar für Düngemittel aus Staßfurt usw. kann heute Nordamerika also noch einen erheblichen Erlös einheimsen. Die Regierung hat allerdings sich gewaltig ins Zeug gelegt und die Verhältnisse nach allen Richtungen hin aufklären lassen. So weiß sie jetzt, daß eine der größten Tangarten Nereocystis („Bladder-kelp") von Kalifornien bis zu den Alëuten hinauf unterseeische Wälder in 10 bis 100 Fuß Tiefe bildet. Die Pflanze selbst soll bis 350 Fuß lang werden können innerhalb eines Jahres, das wäre also ein tägliches Wachstum von etwa einem Fuß. Zwei andere große Algen dieser Tausende von Kilometern langen Küste sind Pelago phycus (Elk-Kelp) und Macrocystis (Great-Kelp). Letztere ist die wichtigste, sie wächst in 20 bis 70 Fuß Tiefe und wird 200 Fuß lang. Sie wächst schon von der niederkalifornischen Küste an und geht bis südlich von Alaska, hat jedoch stellenweise einen so dichten Bestand, daß sie nicht nur die Durchfahrt von Kähnen, sondern auch von Dampfern, deren Schrauben sich in dem Blattwerk verfangen, verhindert.

Bei der Annahme von zwei Ernten im Jahr ergäben sich von Macrocystis allein 59,3 Mill. Tonnen Algen (fresh-Kelp), die 2 Mill. Tonnen Chlorkalium liefern können (früher führte man 1 Mill. Tonnen Kalisalze ein, darunter 400000 t reines Chlorkalium). Jetzt sind in Kalifornien große Firmen entstanden, die zur Düngererzeugung die Algen abernten mit Maschinen, die pro Stunde 25 t Algen mähen und auf das Verdeck des Dampfers werfen.

Nadson traf an der Murmanküste ebenfalls ziemlich ausgedehnte Tangwälder an; das weiße Meer war ärmer daran. Besonders üppig entwickelt sind die breiten Formen der Laminarien, die besonders an Stellen mit starker Strömung wachsen.

Im Norden Rußlands kommen von Braunalgen vor: Laminaria saccharina, L. digitata, Alaria esculenta, Fucus vesiculosus, F. serratus, Ascophyllum nodosum; von Rotalgen: Porphyra laciniata, Rhodymenia palmata, Chondrus crispus; von Grünalgen: Monostroma fuscum, Enteremorpha intestinalis, E. compressa.

Die Braunalgen sind z. T. als menschliche Nahrung und als tierisches Futter, ferner als Dünger und zur Gewinnung von Jod und Kalisalzen zu

[1]) Noch vielseitiger und ebenso farbenprächtig sind die bildlichen Darstellungen dieser Pflanzengruppe in dem Buch „Der Strandwanderer" von Prof. Dr. Kuckuck, München, J. F. Lehmanns Verlag, das jeder Besucher der Nord- und Ostseeküste, namentlich aber der Insel Helgoland studieren sollte.

gebrauchen; die Rot- und Grünalgen als menschliche Nahrung und als Düngungsmittel.

Bei uns zu Lande hat man selten etwas davon gehört, daß man Tange essen könne, ausgenommen Agar-Agar, das man zum Verschleimen von Suppen und Vergallerten von Speisen oder zum Klären von Getränken benutzt. Agar-Agar kommt zum größten Teil aus Ceylon, Süd-Indien und Java, wo es aus Purpuralgen wie Gracilaria lichenoides, Eucheuma spinosum usw. gewonnen wird. In Japan gewinnt man es aus relativ kleinen purpurroten Algen aus der Gattung Gellidium (G. corneum, G. cartilaginum). Nach sorgfältigem Reinigen und Auslaugen mit Süßwasser werden sie einige Tage lang an der Sonne getrocknet und gebleicht (gewöhnlich Ende Sommers) und kommen dann in die Fabrik, wo sie mit Wasser ausgekocht werden. Die Gallerte wird dann in lange schmale Streifen oder Stücke, „Kanten" genannt, zerschnitten und getrocknet und gelangt so in den Handel zur Bereitung von Gelee, Marmelade, Süßigkeiten, bakteriologischen Nährböden, künstlichen Schwalbennestern (Salangannestern). 1903 zählte Japan gegen 500 Agar-Fabriken mit einer Produktion von insgesamt 1 Mill. Kilogramm. 1900 wurden 1500 t Kanten im Werte von 3,75 Mill. Fr. hergestellt, wovon mehr als die Hälfte ins Ausland ging. 1904 wurden in Japan für etwa 400000 Pfd. Sterling Meeresalgen in den Handel gebracht und $^1/_3$ davon exportiert. In Wirklichkeit ist die Seaweed-industry, wie die Engländer sie nennen, noch um die Menge, die die Fischer selbst verbrauchen, höher.

An europäischen Küsten ist der „Meersalat", d. i. grüne Tafeln von Ulva lactuca oder rote von Rhodymenia palmata eine beliebte Nahrung, mehr noch Porphyria laciniata. Mit kochendem Wasser abgebrüht, wird letztere mit Pfeffer, Essig, Öl, Zitronensaft oder mit Zwiebel und Salz verspeist. In Irland wäscht und trocknet man die großen Braunalgen Laminaria saccharina und Alaria esculenta, um sie zu Suppen zu verbrauchen. Chondrus crispus, Iridaea edulis, Rhodymenia palmata und Alaria esculenta kommen ebenfalls auf den Markt; in Spanien benutzt man auch Sargassen als Nahrungsmittel. Chondrus crispus „Carrageen" oder isländisches Moos, zu Mehl gemahlen, „sea-moss farina" dient mit Zucker gemischt zur Bereitung von Puddings. In Neu-England wurden 1902 von dieser Alge 740000 Pfd. gesammelt im Werte von 33000 Dollar. „Seatron" ist ein aus den Stielen und Blasen der riesigen Nereocystis hergestellter, mit Zucker und aromatischen Extrakten von Zitronen und Apfelsinen hergestelltes Produkt. Es gibt auch Shredded seaweed (Algenschnitzel), Flaced fucus (Flocken), „Puffed Nereocystis", Malto-Kelp (Malzkelp), „Dessicated Dulse", „Predigasted Sargassum", „Cream of sea-moss". Von den 115 Algenarten an den Sandwichinseln werden etwa 60 zur Nahrung verwendet, z. T. roh gegessen. „Limu", d. h. Algen, ist die populärste Speise der Inselbewohner. In Chile wird Durvilleia utilis als Nahrung verwendet.

Porphyria laciniata und P. vulgaris mit Essig und Butter angerichtet gibt „Laver" (Meeressellerie), das den Engländern als Leckerbissen

gilt. Laurencia pinnatifolia mit beißendem Geschmack gibt pepper dulse in Schottland.

An den steinigen Küsten Cochinchinas findet sich eine Algenart Conferva corallina, die beim Einweichen eine durchsichtige farblose Gallerte liefert und eingedickt und in Täfelchen zerschnitten mit Zucker von den Reisenden als Erfrischungsmittel geschätzt wird. Die Kamtschadalen kochen Fischteile und versetzen sie mit Walfischfett und einer roten Alge und erhalten so eine rötliche Fischgallerte.

Japan ist das klassische Land der Algenzüchtung und des Algenverzehrs. Von Juli bis Oktober sieht man zahllose Fischer in der Bucht von Hokkaido mit Kähnen und Hakenstangen auf den Algenfang (Laminaria) ausfahren. Durch Drehen der letzteren werden die gefaßten Algen herausgezogen und dann auf dem Ufersand getrocknet, wobei die 3—4 m langen „Blätter" in Reihen geordnet werden. Die letzte Trocknung erfolgt unter Matten oder in Scheuern. Außer mit Hakenstangen erntet („mäht") man die Algengründe auch mit Schlepptauen, die mit Gewichten beschwert sind, ab. Der ausgetrocknete „Meerkohl" wird in Haufen unter einem Mattendach gestapelt, wobei er weich, biegsam und elastisch wird. Vor der Ablieferung, gewöhnlich zu Ende der Sommerzeit, wird die Alge in Bänder von etwa 1 m Länge geschnitten, sortiert und in Ballen zusammengepackt, mit Stricken, die aus demselben Kohl hergestellt sind, verschnürt und in pyramidenförmigen Haufen, die mit Matten bedeckt werden, bis zur Verschiffung gestapelt. Die aus den Braunalgen hergestellten Produkte gehen unter dem Namen „Kombu" und werden sowohl in Stücken als in Pulverform geliefert. Kombu gehört zum täglichen Bedarf einer jeden japanischen Familie und bildet eines der hauptsächlichsten Nahrungsmittel des Landes, das ähnlich unserem Gartenkohl mit Reis, Fisch, Fleisch gekocht wird. Eines der feinsten Gerichte ist Kombu in Stücken mit Sojasauce durchgekocht; es erscheint auch als Konserve im Handel. Manchen Präparaten wird mit Malachitgrün eine lebhafte Grünfärbung erteilt, ähnlich wie es mit jungen Erbsen bei uns gemacht wird.

„Roten Meersalat" geben Porphyria laciniata und P. tenera. Diese werden auch roh oder nach dem Trocknen an der Sonne gegessen.

Auch Pasteten und gefüllter Kohl werden damit hergestellt: Auf das Algenblatt „amanori" (nori = Alge) wird ein wenig gekochter Reis getan; auf diesen legt man ein Stück Fisch oder Fleisch und wickelt alles in ein zweites Blatt ein. Die „Suschi" werden überall in den Straßen, auf Märkten usw. verkauft. Die Nachfrage nach dieser Alge ist so groß, daß die Japaner vielfach unterseeische Plantagen derselben angelegt haben. 1901 gab es schon 4395 solcher unterseeischen Felder, die eine Fläche von 910 ha bedeckten und jährlich 2160 t trockener Algen lieferten (Wert 1,2 Mill. Fr.).

Zur Züchtung der Algen werden im Oktober, November an 1—1,6 m tiefen Stellen Bambuszweige eingesteckt, an denen die Porphyriasporen sich ansiedeln und zu roten Blättertafeln entwickeln, so daß sie im März gesammelt werden können. Mitunter versetzt man aus solchen

Beeten die Pflanzen später an geeignetere Stellen, wo die Algen eine zartere Beschaffenheit und einen besseren Geschmack annehmen. Auch in Irland legt man primitive „Fucusfarmen" an, indem man in das Meer zahlreiche Steine wirft, die den Wurzeln der großen Braunalgen als Haltpunkte dienen. Nach zwei Jahren kann abgeerntet werden.

Die Braunalgen enthalten statt Stärke Laminarin, ein dextrinähnliches Kohlehydrat, bis zu 35% der Trockensubstanz, daneben Mannit (6—12%), etwas Dextrose (0,1—0,2%) und Schleimstoffe. Spült man die Laminaria mit Süßwasser ab und läßt sie austrocknen, so bedeckt sich ihre Oberfläche mit einer Schicht weißen, süß schmeckenden Pulvers von Mannit — daher der Name „Zuckeralge".

Der Reichtum an Asche, namentlich an Kali, Phosphorsäure und Jod bedingt ihren Wert zur Düngung der Felder. Das Jod ist organisch gebunden, geht aber unter dem Einfluß von Gärprozessen in anorganische Salze über. Porphyria und Laminaria ist auch reich an Eiweiß, der Fettgehalt ist überall gering. Es ist Nadson gelungen, aus dieser Pflanze mittels des Endomyces vernalis ein Produkt zu gewinnen, das fettreich ist.

Da an den Blattflächen stickstoffsammelnde Bakterien, wie Azotobacter häufig anzutreffen sind, wird erklärlich, weshalb die Gründüngung mit diesen Algen für den Boden günstig wirkt, abgesehen von der rein mechanischen Auflockerung.

Isländisches Moos, Carrageen ist als Heilmittel gegen Schwindsucht und Skrophulose bekannt. In Japan gibt es verhältnismäßig wenig skrophulöse Kinder, auch Krankheiten, wie Syphilis, nehmen dort eine leichtere Form an, was man auf den Gebrauch jodhaltiger Algenkost zurückführt. Diese ist auch ein anerkanntes Heil- oder Gegenmittel gegen Skorbut (besonders Rhodymenia palmata gilt in Schottland als solches). An den meisten Küstenstrichen mit reichlichem Tangauswurf dient dieser vielfach als Viehfutter, sowohl roh, als auch gekocht unter Beigabe von Mehl u. dgl. Ziegen, Schafe, Pferde, Schweine, Hirsche gewöhnen sich leicht an die Algenkost, sogar Kühe, wie Nadson an der Murmanküste selbst beobachten konnte.

Was die chemische Zusammensetzung der Meeresalgen anlangt, so sei die Analyse der Porphyria vulgaris (getrocknet) herausgegriffen: Wasser 14,19, Eiweißstoffe 29,95, Kohlehydrate 39,45, Fett 1,29, Asche 9,60%. In der Trockensubstanz von Laminaria digitata wurden gefunden: Mannit 6,8, Laminarin 21, Dextrose 0,1—0,2, Zellulose 5,3, Asche 17,68%. Von 100 T. lufttrockener Substanz waren löslich

in kaltem Wasser 11,17 anorganische, 39,8 organische Stoffe,
„ heißem „ 12,99 „ 45,72 „ „

Die Großalge Macrocystis pyrifera enthält in 100 Teilen Trockensubstanz 35,62 T. Asche mit %: 2,24 Mg, 10,52 Na, 29,46 K, 0,43 $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, 34,93 Cl, 7,92 SO_4, 4,44 CO_2, 2,30 PO_4. Laminaria saccharina enthält: Asche 7,56%; in 100 Teilen derselben %: 12,91 K_2O, 21,86 Na_2O, 22,08 CaO, 14,49 MgO, 1,06 Fe_2O_3, 2,12 P_2O_5, 23 SO_3, 0,53 Cl, 0,9 J.

Laminaria digitata ist von Kayser in Paris mit 3—6%iger Schwefelsäure $^1/_2$ Std. bei 122° erhitzt und die dabei entstandene Zuckerlösung nach Neutralisation bis auf 0,006% Säure mit oder ohne Stickstoffnährstoffe durch Hefe vergoren worden. Die Gärung ging gut vonstatten, besonders wo Stickstoffnahrung zugegeben war. Auf diese Weise konnten durchschnittlich aus 100 kg Trockenalgen 12 l Alkohol gewonnen werden. Die Ausbeute kann vielleicht durch Kochen unter höherem Druck noch gesteigert werden, ferner könnten auch die Rückstände auf Pottasche verarbeitet werden (Bulletin 1918, 30. April). Auf die Möglichkeit der Spiritusgewinnung und die Verwertung der Algenschlempe als Viehfutter hat schon Sazyama 1916 hingewiesen. Nadson will auch die günstigsten Hefen für die Algengärung auskundschaften. So haben wir also eine neue Gärungsindustrie zu gewärtigen.

Daß unser Helgoland zahlreiche größere Tangmassen aufweist, spürt man im Sommer zeitweise schon in Cuxhaven an dem penetranten Fäulnisgeruch, der mit dem Nordwind kommt. Über das Vorkommen von Meerestangen in der Ostsee liegen von Joh. Reinke-Kiel umfangreichere Angaben vor. (Algenflora der westlichen Ostsee 1889, Atlas deutscher Meeresalgen 1889 u. 1891.) Nördlich von der Kieler Bucht ist eine ausgedehnte Florideenwiese.

Im Kleinen Belt unregelmäßiges Auftreten, abwechselnd mit Schlammflächen. In der Kieler Föhrde Algen meistens an Steinen und Muscheln im Sand wachsend. Fester Grund ist meist bewachsen, beweglicher frei davon. Bei Warnemünde ähnlich: Dünensand unbewachsen, auf Steinen Enteromorpha, Fucus, Nemalion; bis 10 m Tiefe dichte Seegraswiesen, deren Rhizome den Boden fest machen. Am Heiligen Damm die Steine durchweg unbewachsen, weil diese rollen. Sandflächen, die oft trockengelegt werden, bleiben vegetationslos. Feste Tonbänke oft mit Algen bewachsen. Moränen im Wasser mit Fucus vesiculosus und F. serratus; auch große Laminarien und Florideenrasen. Furcellaria bildet oft ausgedehnte Rasen auf feinem Sandboden, in dem ihre rhizomähnlichen Wurzeln haften; auch Laminarien vermögen sich in solchem Boden zu halten. Seegras geht auf Sand bis zu 17 m Tiefe, auf Schlamm nur bis zu 10 m. Beweglicher Schlick bleibt unbewachsen; er bildet sich aus gelockerten Tonböden und vermodernden Organismenresten; geht stets in die Rinnen des Meerbodens; der Sand bildet die Rücken oder Anhöhen. Der schwarze organische Schlick dem Pflanzenwuchs schädlich, infolge Bildung von Schwefelwasserstoff und Schwefeleisen. Sandböden mit Algen werden von der Strömung immer ausgewaschen, so daß der Detritus sich da nicht anhäufen kann. Aus der Nordsee strömt salzreiches Wasser am Boden entlang. Bei Wismar wurde in 24 m Tiefe 3,52% Salz ermittelt, an der Oberfläche nur 1,05%.

Je reicher an Salz, desto kohlensäurereicher das Wasser, daher in der Arktis trotz 0° ein mächtiges Algenleben.

Mit der Tiefenströmung aus der Nordsee sind auch die arktischen Algen eingewandert und wachsen da, wenigstens im westlichen Teile,

ebenso üppig wie bei Helgoland, z. B. Laminaria flexicaulis und Saccharina Chordaria. Andere Arten wie Delesseria sinnosa und alata sind allerdings etwas schmächtiger und länger ausgezogen. In der östlichen salzarmen Ostsee sind dieselben nicht anzutreffen. 60 % der Arten sind subarktisch, 40 % atlantisch. Da die Schmelzwasser des Eises in der Ostsee im Frühling längere Zeit eine tiefere Temperatur bedingen, als sie in der Nordsee herrscht, so ist das Vorwiegen der subarktischen Arten erklärlich. Manche derselben fehlen sogar schon in der Nordsee.

Bis auf die Gewinnung von Seegras hat man in der Ostsee kaum die Algen ausgewertet. Es ist aber hohe Zeit, auch hier ungenützte Werte zu heben.

52. Tierische Bewohner des Wassertropfens.

Wir beginnen mit denjenigen Organismen, welche auf der niedrigsten, Organisationsstufe stehen, mit den Protozoen oder Urtierchen.

Obwohl sie dem Namen nach dem Tierreich angehören, nehmen sie zum Teil auch die Botaniker für sich in Anspruch.

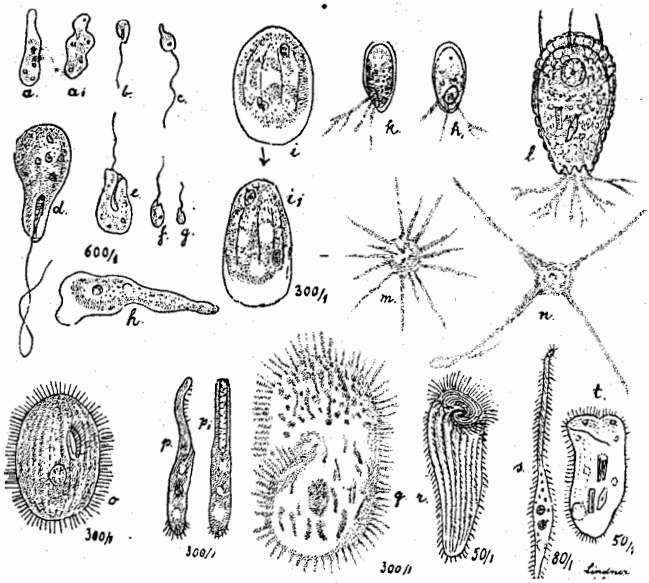


Abb. 31. Verschiedene Amöben, Flagellaten und Infusorien; zumeist aus dem Müggelsee und dem Berlin-Spandauer Schiffahrtskanal. *b*—*g* sind Flagellaten oder Geißelinfusorien. *a*, *i*, *m*, *n* sind nackte Amöben, *k* und *l* sind Amöben mit besonderen Gehäusen. *k* Trinema enchelys. *l* Euglypha alveolata. *o*—*t* Infusorien. *n* Dactylosphaera radiosa. *s* Lacrymaria olor.

Amöben. Da sehen wir unter dem Deckgläschen ein winziges Gebilde von der Form eines Sackes, das sich wie ein flüssiger Brei weiterbewegt. An der einen Stelle quillt die Masse heraus, an der entgegengesetzten zieht sich dementsprechend der Sack zusammen. Wo ein kleines Körnchen im Wege liegt, wird es umflossen und aufgenommen. Hier liegt es dann wie die Rosine im Teig, nur mit dem Unterschied,

daß die teigige Masse hier selbst das Aufgenommene aussaugt und verzehrt bis auf die unverdaulichen Bestandteile.

Auf feuchten Gipsblöcken können wir öfter sogar Hefezellen die Opfer solcher gefräßigen Schleimtröpfchen werden sehen. Nachstehende Abb. 32 stellt solche „Amöben" beim Hefefraß dar.

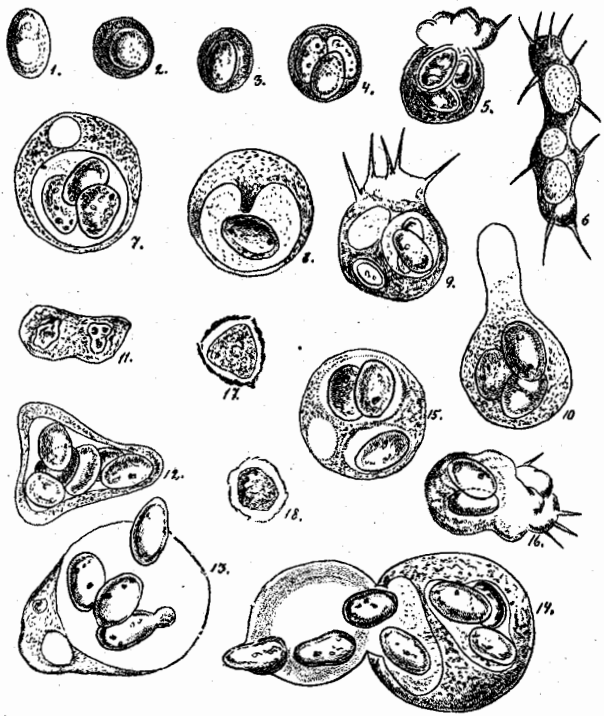


Abb. 32. Amöben beim Hefefraß. (Nach Lindner.) *1* stellt eine Hefezelle, *2* eine Amöbenzelle dar. Die Amöbe hat sich kugelig zusammengeballt und zeigt ein feinkörniges Plasma; in demselben ist eine große Vakuole scharf abgegrenzt. Vgl. das Aussehen der äußeren Zellwandungen. — *3* Amöbe, welche eine Hefezelle innerhalb der Vakuole birgt. Letztere wird fast vollständig ausgefüllt. — *4* Amöbe mit 3 Hefezellen. Bei oberflächlicher Betrachtung ist hier und in *3* eine Verwechslung mit sporenhaltigen Hefezellen leicht möglich. — *5* Dieselbe Amöbe wie in *4*, jedoch 5 Minuten später. Hyaline Plasmamassen werden nach der einen Seite hin ausgestülpt. Auf einem der buckeligen Vorsprünge ist eben eine Pseudopodie gebildet worden. — *6* stellt eine Amöbe kurz vor der Teilung in zwei Individuen dar. Am Rande zahlreiche, nach verschiedenen Richtungen hin ausstrahlende Pseudopodien. Mehrere große Vakuolen. — *7* Große Amöbe mit einer sehr großen und einer kleinen Vakuole; in ersterer drei Hefezellen schwimmend. — *8* Amöbe mit einer eigentümlich geformten Vakuole und einer Hefezelle. — *9* und *10* Amöben, welche sich zur Weiterbewegung anschicken. Das vorgestülpte Hyaloplasma ist bei *9* schon mit Pseudopodien versehen. — *11* Eine unregelmäßig geformte Amöbe mit zwei völlig abgestorbenen, zusammengeschrumpften Hefezellen. — *12* Amöbe mit sechs eingeschlossenen Hefezellen. — *13* Die zu einer großen Blase umgewandelte Vakuole entleert sich einer Hefezelle. Im körnigen Plasma der Amöbe ein deutlich sichtbarer Zellkern. — *14* Die von einer äußerst feinen Haut (die nur bei angestrengtem Sehen erkennbar ist) umgebene, vorgestülpte Blase ist infolge eines plötzlichen Risses der Vakuolenwand entstanden. Die Hefezellen sind aus der Vakuole in jene Blase getreten und durchbrechen hier die feine Haut derselben. — *15* und *16* bedürfen keiner näheren Erläuterung. — *17* und *18* stellen zwei beim Eintrocknen zu Sporen ausgebildete Amöben dar.

Amöben hat man sie genannt, weil sie beständig ihre Form verändern. Man muß unterscheiden zwischen tierischen Amöben und den Schleimpilzamöben. Die ersteren sind selbständige Formen, die nicht wie die Schleimpilzamöben Plasmodien und Fruchtkörper zu bilden vermögen.

Die Möglichkeit der Ortsveränderung hört auf mit dem Eintrocknen des Substrates. Mit dem Eintritt dieser neuen Bedingung trifft die Amöbe auch ihre besondere Vorkehrungen. Die Vakuolen verschwinden, das ganze Plasma ballt sich zusammen und umgibt sich nach außen mit einer ziemlich derben, auf der Oberfläche rauhen und splitterigen Hülle. Wir haben nunmehr eine Dauerzelle, eine Sporozyste, vor uns. Nach dem Eintrocknen des Gipsblockes sind zahlreiche solche Gebilde zwischen den Hefezellen zu konstatieren. Einige von den vorstehend gegebenen Zeichnungen zeigen eine große Übereinstimmung mit den von Cienkowsky für Protomonas amyli gegebenen, einer Amöbenart, die mit Vorliebe stärkehaltige Substanzen befällt und Stärkekörner aufzehrt. (In dem Zellgewebe kranker Kartoffeln wird sie des öfteren gefunden[1].)

Außer auf Gipsblöcken konnte Verfasser ein massenhaftes Auftreten von Amöben in einem stark gärenden Fruchtsafte, der einige Tage lang in einem offenen Gefäß im Zimmer gestanden hatte, konstatieren. Der Saft war ziemlich stark sauer. Die Amöben zeigten sich äußerst lebendig und trieben auch hier ihre Jagd auf Hefezellen. Bemerkt sei hier noch, daß bereits Rees in seinen „Botanischen Untersuchungen über die Alkoholgärungspilze 1870" einen ähnlichen Fall beobachtet hat. Er schreibt S. 57: „In ganz nassen Hefekulturen auf Möhren usw. kommen zuweilen Infusorien zur Entwicklung, welche die Hefezellen mechanisch auffressen."[2])

Beijerinck ist es gelungen, Amöben, ähnlich wie Hefen, auf festen Nährböden zu kultivieren, z. B. auf Malzwürzegelatine, Fleischsaftgelatine und Agar-Agar. Die von ihm auf Trauben, die von Wespen angenagt worden waren, gefundene Art, der er den Namen Amoeba zymophila gegeben hat, gedeiht aber nur dann besonders gut, wenn gleichzeitig Apiculatushefe oder Essigsäurebakterien mit ausgesät werden.

Die Amöben bilden einen schleimigen Überzug auf der Gelatine, besonders in der Nähe der Hefekolonien; später wird die Gelatine durch die von ihnen ausgeschiedenen Enzyme verflüssigt.

Amoeba zymophila führt einen Zellkern; pulsierende Vakuolen und Nebenvakuolen wurden nicht beobachtet. Beim Übertragen in Wasser platzen viele Zellen. Sporen- und Zystenbildung wurde nicht beobachtet.

Auch in den Gärungsbetrieben findet man Amöben häufig genug. Fast an jeder Bürste, jeder feuchten Wandfläche, in lange Zeit im Keller leer gestandenen Bottichen, an Hefepressen usw. wachsen sie zahlreich. Verfasser hat sogar Bottiche angetroffen, deren Boden ganz schlüpfrig war von solchen Amöbenmassen, die in den zurückgebliebenen Hefezellen reichliche Nahrung gefunden hatten. Man findet

[1]) Zur Orientierung über Amöben verweise ich auf das vortreffliche Buch von W. Zopf: Die Pilztiere oder Schleimpilze. Breslau 1885.

[2]) Es gab eine Zeit, in der man die Hefe selbst für Infussionstierchen hielt bzw. für Eier von solchen. Bei mäßiger Wärme sollten diese Eier ausgebrütet werden, durch eine zu hohe oder zu niedrige Temperatur aber vernichtet werden. Der Hergang der Ausbrütung sollte folgender sein: Nach erfolgter Berührung mit der zuckerstoffhaltigen Flüssigkeit, der Bierwürze von entsprechender Temperatur, werden die Eier ausgebrütet, die Infusionstierchen kommen zum Vorschein, verschlucken Zuckerstoff und geben dagegen nur ihre Absonderungsorgane, Weingeist und kohlensaures Gas, von sich. Noch während der Gärung legen die entstandenen Infusionstierchen ihre Eier und sterben sodann ab. (Vgl. Friedrich Meyer: Die bayerische Bierbrauerei in allen ihren Teilen. Nürnberg 1847. S. 186.)

Amöben ferner auf dem Getreide- und Malzkorn, in dem Weichwasser und dem Wasser der Keimapparate, in den Abzugskanälen der Trommelmälzereien, auf den Staub- und Zooglöahäuten der Wasserreserven, in denen das Wasser lange Zeit gestanden, ferner an den Zinkbelägen der Ausgußbecken im Laboratorium usw.

In Abb. 31 sind ebenfalls noch einige Amöben dargestellt, so in *a*, i, *k*, l, *m*, *n*. Die durch einen Pfeil verbundenen Abb. i und i_1 stellen dieselbe Amöbe dar; in der Richtung des Pfeiles fand die Fortbewegung statt. Der Abstand zwischen beiden Vorderenden entspricht dem in einer Minute zurückgelegten Weg; derselbe betrug 154 μ = 0,154 mm. Auf der Oberfläche sehen wir 3—4 Streifen eingezeichnet. Dies sind feine Falten, welche diese äußerste Schicht gebildet hatte; im Innern sehen wir sowohl Vakuolen als zellkernartige Gebilde. Das Plasma ist am Vorderende völlig durchsichtig, hyalin, nach hinten sehr körnchenreich. In *m*, *n* sehen wir Amöben mit langen, dünnen Scheinfüßen (Pseudopodien), die strahlenartig die Hauptmasse umgeben.

Schleimpilzamöben. Henneberg beobachtete auf mit Hefe bestrichenen Gipsblöcken außer den gewöhnlichen Amöbenformen solche, die sich durch eine lange Geißel ziemlich schnell fortbewegten. Nach einiger Zeit erschienen auf den unter einer Glocke feucht gehaltenen Gipsblöcken kleine bräunliche Schleimmassen, die sich netzartig ausbreiteten, ihre Form veränderten und Bewegung zeigten. Später, als die Gipsblöcke allmählich eingetrocknet waren, fanden sich an Stelle der braunen Schleimmassen ganze Reihen von kleinen, auf kurzen Stielen ruhenden, bläulich-weißen, rundlichen Köpfchen vor, die ungefähr die Gestalt eines kurzgestielten Köpfchenschimmels (Mucor) hatten. Dieser Schleimpilz erwies sich als Physarum leucophaeum Fr. (Zopf, Pilztiere oder Schleimpilze, 1885, S. 144. — De Bary, Mycetozoen, 1864, S. 3). Da die erwähnten Amöben und Schleimpilzfrüchte außer auf Gipsblöcken auch in Heuinfusen an den Wänden des Glases und fast stets in den Gersten-Keimapparaten an den ausgekeimten Körnern gefunden wurden, erschien es Henneberg von Interesse, zu untersuchen, ob die so häufigen Amöben mit dem genannten Schleimpilz in Zusammenhang stehen. Dies ist der Fall; die Entwicklung von der Spore bis zu den Früchten wurde mehrmals in den Kulturen beobachtet. Aus den Sporen der Früchte gingen stets die betreffenden Amöben hervor.

Näheres über die Schleimpilze, besonders über deren Amöben, werden wir aus der nun folgenden Besprechung der Kulturversuche mit Physarum leucophaeum[1]) erfahren, da im wesentlichen sich alle höher organisierten Schleimpilze ähnlich verhalten.

Es gelingt sehr leicht, in einem Tröpfchen auf der unteren Seite des Deckglases im hohlen Objektträger eine Spore zu isolieren. Die Temperatur von etwa 20° C ist sehr günstig, 30° ungünstig.

Eine Spore, in Pferdemistdedokt gebracht, keimte in der Objektträgerkultur nach 8 Stunden. Die zuerst schwärmende Zelle war nach weiteren 9 Stunden in die kriechende Amöbenform, nach 30 Stunden (vom Ausschlüpfen an) in die ruhende runde Form übergegangen. Nach 42 Stunden waren 3 Amöben, nach 49 Stunden 7, nach 58 Stunden 13,

[1]) Auch Chrząszcz hat eine Physarumart auf verdorbenem Obst beobachtet und eingehend beschrieben im Zentr. f. Bakt. II. Abt. 1902. Nr. 14.

nach 133 Stunden 127 und nach 140 Stunden 135 Amöben vorhanden. Eine Amöbe, isoliert, hatte sich nach 6 Stunden geteilt; nach 16 Stunden waren es 4, nach 21 Stunden 8, nach 29 Stunden 14, nach 38 Stunden 25, nach 46 Stunden 27, nach 51 Stunden 29. Von dieser Zeit an fand der mangelnden Nahrung wegen keine weitere Vermehrung statt. Die Amöben gingen allmählich in die ruhende Form über, am 7. Tage waren noch 6, am 9. nur noch 3 beweglich, und am 10. Tage waren sie sämtlich unbeweglich.

Wie Hefezellen, so werden auch Bakterien oft in großen Mengen von den Amöben gefressen. Meistens liegen diese in den Vakuolen aufgespeichert. Wieder ausgeschieden, bleiben sie oft, von einem Schleier umgeben, an der äußeren Wandung des Amöbenleibes hängen und werden bei der Fortbewegung mit herumgetragen. Ein ganzes Büschel von lebhaft sich bewegenden Bakterienarten gesellt sich freiwillig zu diesen von Schleim eingehüllten Bakterien. Öfters enzystierten sich einige Amöben in den hängenden Tröpfchen ohne erkennbaren Grund, während die übrigen in beweglichen Zuständen blieben. Regelmäßig können die Ruhezustände hervorgerufen werden, wenn man die Kulturen langsam austrocknen läßt. Bringt man diese enzystierten Formen in geeignete Nährlösung, so kriechen in kurzer Zeit, meistens nach einem Tage, die Amöben wieder aus. Nach 17 Monaten Trockenheit waren fast alle enzystierten Amöben noch zum Keimen zu bringen. Öfters sterben die Amöben in den Objektträgerkulturen ab; das Plasma wird dabei stark lichtbrechend und vergeht schnell.

Ist die Ernährung ein günstige, so legen sich einige Amöben aneinander und fließen zu einer größeren Schleimmasse zusammen. Auch in den kleinen Tröpfchenkulturen im hohlen Objektträger finden sich allmählich solche großen Amöben ein, die wie die oben beschriebenen sich abrunden und enzystieren können. Regelmäßig bleibt die Entwicklung unter diesen Kulturbedingungen hier stehen. Bei den viel günstigeren Bedingungen auf offenen Objektträgern dagegen fließen nach und nach immer mehr Amöben zusammen. Die noch kurze Zeit sichtbaren zarten Umrisse der Einzelwesen verschwinden, und es zeigt sich nun im Innern eine lebhafte Plasmaströmung. Es schmelzen nun weiter auch diese großen, mit unbewaffnetem Auge schon sichtbaren Amöben zu großen Schleimmassen, Plasmodien, zusammen. Diese haben nun nicht mehr die Amöbengestalt, sondern stellen zarte Netze oder strauchartig verzweigte Gebilde dar, die allmählich ihre Gestalt ändern und sich langsam von der Stelle bewegen können.

Im Innern dieser Plasmodien sieht man viele kleine Körnchen an einigen Stellen wie in einem engen Fluß vorüberströmen, an anderen Stellen wie in einem See nur sehr langsam fließen. Diese Strömungen wechseln nach einiger Zeit ihre Richtung und Bewegungsschnelligkeit nach der Stelle hin, wo eine Fortbewegung stattfindet.

Die Plasmodien von Physarum sind je nach der Menge der aufgenommenen Körper und je nach der Ausdehnung hell bis dunkelbraun gefärbt, so daß sie auf den weißen Gipsblöcken und auf Filtrierpapier sehr deutlich sichtbar sind. Bei starker elektrischer Beleuchtung, beim Trockenwerden oder ungünstiger Ernährung ziehen sie sich oft ganz auf einen kleinen rundlichen Fleck zusammen. Es gelang aus diesem Grunde nicht, sie bei elektrischer Beleuchtung zu photographieren. Werden sie von einem leichten Wasserstrahl unter der Wasserleitung längere Zeit berieselt, so dehnen sie sich wieder

weit aus. Die Zeit, in der die Plasmodien entstehen, ist sehr verschieden, was auf die Ernährung zurückzuführen sein dürfte. Auf neu mit Hefe bestrichenen Gipsblöcken hatten sie sich bis zum 19. Tage, auf gekochtem Pferdemist schon bis zum 10. Tage gebildet. Interessant ist, daß die Plasmodien auch auf der Oberfläche von Flüssigkeiten schwimmend sich halten können. Dies trat aber nur ein, wenn bei dem häufigen Begießen des Gipsblockes mit Pferdemistdekokt nach und nach das Wasser genügend Nährstoffe erhalten hatte, um eine zarte Bakteriendecke aufkommen zu lassen, so daß dadurch ein Stützpunkt gegeben war.

Es gelingt ohne weiteres, Teile von einem Plasmodium loszulösen und auf einen feuchten Objektträger zu übertragen, auf dem diese Teilstücke sich bald wieder ausdehnen und weiterleben.

Gute Fruchtbildung erhält man leicht auf Gipsblöcken, auf Pferdemist und besonders bei Gerstenkeimversuchen (Bild **Bajeji** im Atlas). Die meist 0,6—0,8 mm hohen Früchte sind einem Mucor ähnlich; auf weißem oder bräunlichem kurzen Stiel ruhen kugelige grauweiße Köpfchen. Mit dem hautartig ausgebreiteten Stielende sind sie auf der Unterlage festgeheftet. Durch körnige Kalkausscheidungen erscheinen die reifen Früchte weiß bestaubt, während die unreifen, bräunlich gefärbten keine Kalkschüppchen zeigen.

Parasitische Amöben. In unserem Blut haben die weißen Blutkörperchen Amöbencharakter; sie stellen die Schutztruppe dar, welche Eindringlinge unschädlich macht, indem sie sie auffrißt. Daß sie unter Umständen aber auch Bestandteile unseres Körpers angreift, hat Metschnikoff, der Begründer der Lehre von der Phagocytose[1]), von dem Freßvermögen der weißen Blutkörperchen, an der Erscheinung des Ergrauens und Weißwerdens unserer Haare nachgewiesen. Danach wandern diese Freßzellen aus dem Markteil des Haares in den Rindenteil, nehmen dort die Farbstoffkörner in ihren Leib auf und schaffen sie aus dem Haar hinaus. Starke äußere Reize regen die Freßzellen zu besonders lebhafter Tätigkeit an. Auch bei Tieren sind Fälle plötzlichen Weißwerdens bekannt geworden. So wird von einem Star berichtet, der weiß wurde, als er den Krallen einer Katze entwischt war.

Je mehr weiße Blutkörperchen vorhanden und je kräftiger sie sind, desto besser sind sie befähigt, den Kampf vorwiegend gegen Bakterien aufzunehmen. Gegen ihresgleichen sind sie weniger gefeit. Es gibt parasitische Amöben, welche, in das Blut gesunder Menschen eindringend, sich sofort auf die roten Blutkörperchen werfen und diese verderben.

Bei der Dysenterie findet man in den Stuhlgängen große Amöben mit roten Blutkörperchen vollgestopft. Diese Amöbe wird als pathogen angesehen und als Amoeba coli dysenterici von der überaus ähnlichen A. coli communis in normalen Stühlen unterschieden. Vom Darm aus gelangt die erstere Varietät auch in die Leber, in der sie zu Abszessen führt.

Von anderen Amöben des Menschen ist die Amoeba urogenitalis zu nennen, welche in der Harnblase die Schleimhäute befällt.

Die Babesia ovis ist ein dem Rinde gefährlicher Parasit; er erzeugt das sogenannte Texasfieber, das mit Blutharnen verknüpft ist (Hämoglobinurie).

[1]) Bemerkenswert ist die Tatsache, daß M. auf diese Lehre durch Beobachtung einer Hefe, Monospora cuspidata (s. d.) gebracht wurde, die in kleinen Wasserflöhen parasitisch auftritt.

Die Babesia ovis ist der Erreger des Carceag der rumänischen Schafe. Beide Parasiten leben in den roten Blutkörperchen. In Texas ist bei der Übertragung der Seuche die Mitwirkung einer blutsaugenden Zecke (Ixodes bovis) nachgewiesen.

Ähnlich wie die Babesia verhalten sich die verschiedenen Parasiten des Malariafiebers, indem sie innerhalb der roten Blutkörperchen schmarotzen; sie bilden aber hier auch Sporen aus. Sie werden der Gruppe der Hämosporidien zugerechnet, die in den verschiedensten Tierklassen (Reptilien, Vögel, Säugetiere) schmarotzen. Als Überträger der Infektion sind Mückenarten erkannt worden.

Zur Feststellung der Malaria entnimmt man zweckmäßig dem Ohrläppchen einen Tropfen Blut, trocknet es auf einem sauberen Deckgläschen ein und sendet dies zur Untersuchung ein. Da der zweite Anfall zwei Tage später auftritt, nimmt man fünf Stunden vorher 1 g Chinin, dann 14 Tage lang jeden Tag 1 g, in den nächsten 14 Tagen jeden zweiten Tag 1 g, in weiteren 14 Tagen zweimal in der Woche 1 g.

Das Studium dieser Art Infektionskrankheiten ist erst neueren Datums[1]).

Nach Robert Koch ist das aussichtsvollste Verfahren zur Ausrottung der Malaria in der Chininheilung aller Malariakranken eines Ortes gegeben. Wo keine Malaria mehr herrscht, können auch die Mücken deren Keime nicht mehr verschleppen.

Geißelinfusorien, Flagellaten stellen die Abb. 31 *b—g* dar; auch sie sind häufig in Wasser anzutreffen. Einzelne Arten leben im Darm des Menschen und in Organen mit reichlichen Schleimabsonderungen (Cercomonas intestinalis und Trichomonas vaginalis). Die Geißel ist in beständiger Tätigkeit und fängt kleine Körperchen ein, die sie einer kleinen, mundartigen Spalte zuführt. Die Gestalt vieler Flagellaten erinnert an die Samenfäden höherer Tiere. Ihre Bedeutung bezüglich Vertilgung pathogener Bakterien ist vielfach erwiesen.

Besonders zahlreich sind sie im Erdboden vertreten. Im normalen fruchtbaren Boden kommen etwa 10000 Protozoen auf das Gramm; davon bilden die Flagellaten den größeren Anteil.

Zikes beobachtete (Z. f. Bierbr. u. Malzfabr. in Wien. 1910, Nr. 43) Geißelinfusorien in Bierwürze, die mit unreinem Wasser vermischt worden war. Es gelang ihm mit der Tröpfchenkultur, einzelne Individuen zu isolieren und ihr Verhalten zu beobachten. Waren gärkräftige Hefen mit in das betreffende Tröpfchen gelangt, dann bekamen diese die Oberhand, und das Protozoon ging zugrunde, weniger gärkräftige Hefen oder nicht gärende dagegen wurden von ihm gefressen, so zwar, daß mitunter 6 Hefezellen in seinem Innern lagen. Mitunter beobachtete er Individuen, die erst einen Ast eines Hefesproßbaumes angeknabbert hatten und den Rest hinter sich herzogen, bis die einzelnen Sproßglieder der Reihe nach aufgezehrt waren, oder bis der Sproßbaum infolge des beständigen Zerrens auseinanderfiel. Bei Färbungsversuchen mit schwachen Anilinfarben bleibt das Protozoon, das Zikes der Gattung Bodo zurechnet, so gut wie ungefärbt, während die halb verdauten Hefezellen sich kräftig färben. Ältere Individuen sind 8—15 μ lang und

[1]) Eine sehr gute Zusammenstellung gibt W. Kruse in Flügges „Die Mikroorganismen mit besonderer Berücksichtigung der Ätiologie der Infektionskrankheiten". Leipzig 1896, Verlag von F. C. W. Vogel.

4—10 μ breit; bei der Teilung hängen die Hälften oft an einem ganz dünnen Faden noch zusammen, bei dessen Zerreißen die beiden Tochterindividuen förmlich nach entgegengesetzten Richtungen fortgeschleudert werden. Die Bewegungen vermitteln je zwei gleichlange Geißeln, die an derselben Stelle inseriert und doppelt so lang als das Protozoon sind. Lindner hat in gärenden Fruchtsäften mit Apiculatus- und anderen Gärpilzen Flagellaten beobachtet und in Momentaufnahmen abgebildet. Voraussetzung für ihre Vermehrung — der Zikessche Flagellat erzeugte in 24 Std. 30 Tochterzellen und teilte sich innerhalb 6 Std. — ist Sauerstoffgegenwart.

Amöben mit Gehäuse stellen Abb. 31 *k* und *l* dar. Die Trinema enchelis (k_1) ist mit einer glatten Schale, die vielleicht aus Chitin besteht, versehen; an einer schräg angesetzten Fläche befindet sich eine eiförmige Öffnung, durch die zumeist drei zarte Scheinfüßchen nach außen vorgestreckt werden.

Die Euglypha alveolata (*l*), eine größere Form, besitzt ein Gehäuse, das aus lauter uhrglasschälchenähnlichen Elementen aufgebaut ist. Die kleinen Häkchen, welche die glänzende Kugel im Innern umlagern, sind Neubildungen von solchen Schalenelementen. Die Öffnung des Gehäuses ist zackig; die Zahl der Pseudopodien wechselt sehr. Es gibt wohl kaum einen Organismus, dessen Lebenserscheinungen so genau in ihren Einzelheiten verfolgt sind, wie von dieser Euglypha, die in unseren Süßwässern fast immer anzutreffen ist. Sie lebt von kleinen Algen, und sehen wir auch in der Zeichnung einige Kieselalgen im Innern eingebettet.

Infusorien- oder Aufgußtierchen. Wir wenden uns nun derjenigen Gruppe von niederen Tieren zu, welche durch ihr zierliche Form und durch ihre munteren Bewegungen den Beobachter besonders zu fesseln imstande sind. Auch sie stellen nur einzellige Organismen dar, aber die Zelle hat schon außerordentliche Differenzierungen aufzuweisen. Da sehen wir die Hautschicht, die im äußersten Grade elastisch ist, mit zahlreichen kleinen Wimpern besetzt, welche so außerordentlich schnelle Bewegungen ausführen können, daß wir denselben nicht mehr zu folgen vermögen. Die Stellung sowohl als die Anzahl der Wimpern ist für die nämliche Spezies immer ziemlich genau dieselbe.

Abb. 31*o* zeigt uns einen kürbisähnlich geformten Körper mit meridianartigen Streifensystemen. Die Wimperhärchen haben alle ziemlich dieselbe Größe. Im Innern liegt ein Zellkern. Oben rechts ist die Mundöffnung, deren Ränder bewimpert sind und wie Augenlider sich bewegen.

Das weiter rechts stehende Infusorium pp_1 sehen wir häufig auf Algenfäden. Hier werden die kleinen Wimperhärchen (namentlich die in der rinnenartigen Vertiefung des Vorderteils liegenden) gleichsam als Beine verwendet. Die von ihnen erfaßte Nahrung wird einem am hinteren Ende der Rinne sichtbaren Schlund zugeführt, der in eine Vakuole mündet. In dieser sammelt sich allmählich die Nahrung an, der Schlund schließt sich dann, und die Vakuole, die jetzt gleichsam einem gefüllten Magen entspricht, rückt weiter in das Innere des Zelleibes, wo die Verdauung vor sich geht. Der unverdaute Rest wird nach außen entleert. Abb. 31*q* zeigt ein Infusorium mit ungleichartiger Bewimperung. Hier ist links eine größere Schlundöffnung sichtbar, auch ein größerer, eiförmiger Zellkern.

Eines der größten Infusorien, das uns auch schon mit bloßen Augen als kleiner, blaugrüner Punkt im Wassertropfen sichtbar wird, ist die in Abb. 31*r* gezeichnete Art.

Sie hat das Aussehen einer Trompete und führt den Namen Stentor. Der Schallöffnung der Trompete entspricht die obere Endigung, deren Ränder mit zahlreichen Wimpern spiralig den Schlund einfassen. Die ganze Einrichtung ist ein Strudelapparat. Indem das Wasser in rotierende Bewegung versetzt wird, werden auch die in der Nähe befindlichen kleinen Körperchen davon ergriffen und in die Spitze des Strudels, die in dem Schlund des Infusoriums liegt, hinabgeführt.

Abb. 31*s* stellt das sogenannte Schwanentierchen vor, das dem in *p* dargestellten ähnlich sieht, nur einen längeren Hals aufweist. Bei dem nächstfolgenden Infusorium (t) fällt uns der fischreusenähnliche Bau des Schlundes auf. Besonders deutlich können wir den Ernährungsvorgang bei dem in Abb. 33*a* dargestellten, pantoffelähnlich geformten Tierchen erkennen. Auch hier ist eine Rinne mit lauter Wimpern besetzt, dann ein Schlund und am Ende desselben eine Vakuole. Der Schlund sitzt auch voller Wimpern, die in beständiger Bewegung sind. Die gefüllten Vakuolen werden vom Schlund losgelöst und rücken in der weichen Leibesmasse weiter vor, wo sie infolge der Verdauungstätigkeit des Plasmas immer kleiner werden, bis schließlich der übrigbleibende Inhalt als Kotballen an irgendeiner Stelle nach außen entleert wird. Noch besser wie bei den Schwanentierchen kann man bei dem Euplotes Charon (Abb. 33*b*) die fortschreitende Bewegung verfolgen. Die Gestalt des Tierchens erinnert uns beinahe an eine Blattwanze. Die Rückenseite ist frei von Wimpern, wogegen die Bauchseite stark besetzt ist.

Die bisher betrachteten Arten hatten wir fast immer freischwimmend oder kriechend angetroffen. Die folgenden sitzen zeitweise auf dem Substrat fest, ja, haben sogar ein kleines Gehäuse, wie die

Vaginicola oder das Scheidentierchen in Abb. 33*c*. Das Gehäuse ist flaschenförmig, das Tierchen selbst lang-zylindrisch gestreckt, solange es den Strudelapparat in Bewegung erhält. Die Wimpern führen ihre Bewegungen meist gleichzeitig in derselben Richtung wie auf Kommando aus. Bei aufmerksamer Beobachtung können wir sehen, wie die kleine, vom Strudel erfaßte Beute in den langen Schlund geschleudert wird. Noch fällt uns auf der große, wurmartig gekrümmte Zellkern. Zeitweise klappt das ganze Tierchen im Augenblick zu einer kugelartigen Masse zusammen. Am Grunde der Flasche sehen wir noch einen kleinen Mitbewohner derselben Art.

In den folgenden Abbildungen sind die Infusorien mittels langer Stiele auf der Unterlage befestigt. Diese Stiele sind bei dem

Glockentierchen oder Vorticella (Abb. 33*d*, d_1) mit einem muskelartig funktionierenden Streifen versehen, der bei der Kontraktion den Stiel zu einer Spirale zusammenlegt.

Bei Epistylis in Abb. 33*e* ist der Stiel quergestreift und nicht zusammenrollbar.

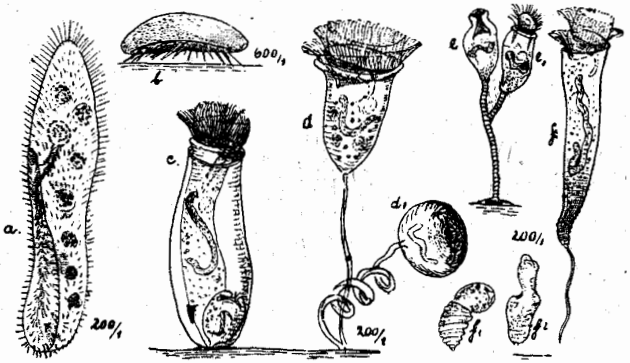


Abb. 33. Verschiedene Infusorien. *a* Pantoffeltierchen. *b* Euplotes Charon. *c* Vaginicola. *d* Vorticella (Glockentierchen). d_1 mit spiralig zusammengerolltem Stiel und eingezogenem Strudelapparat. *e* Epistylis. *f* Ophridium versatile. f_1 und f_2 ungestielte Individuen.

Zeitweise lösen sich die Tierchen von den Stielen ab und schwimmen frei umher. Von besonderem Interesse ist es, zu verfolgen, wie nach erfolgtem Einziehen des Strudelapparates die Spirale des Stieles sich wieder lockert, und wie fast gleichzeitig auch der Strudelapparat sich allmählich wieder entfaltet.

Im Herbst finden wir manchmal in unseren Wässern Pflanzenteile oder andere im Wasser flutende Körper mit einer dicken, grauweißen, schleimigen Schicht überzogen. Es ist diese manchmal fast ausschließlich aus Infusorien oder, falls diese schon abgefallen sind, aus den Stielen

Abb. 34. Teilung eines Paramaecium-Infusoriums.

A das ausgebildete Tier. *1* und *5* kontraktile Vakuolen, *2* Nebenkern, *6* Hauptkern, *3* Mundöffnung mit Schlund, *7* Nahrungsvakuole, *8* die in der Cuticula gelegenen Borsten, *4* dieselben herausgestreckt.

B dasselbe, in Teilung begriffen (schematisch). *1*, *2* der in Teilung begriffene Nebenkern, *3* der Hauptkern, *4* und *5* die neue und die alte Mundöffnung.

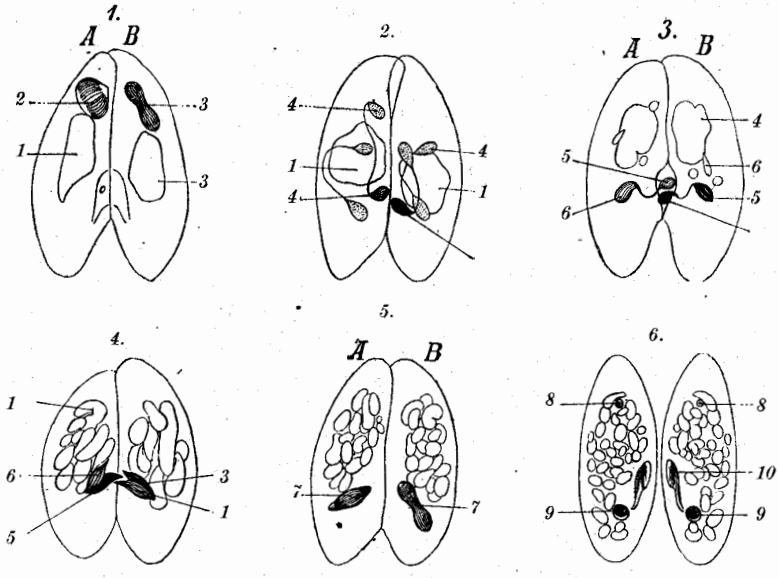


Abb. 35. Konjugation bei Paramaecium; schematisch. *A* und *B* sind die beiden konjugierenden Individuen. *1* der Hauptkern, welcher zerfällt und später (Stadium 6) durch den neugebildeten Hauptkern *9* ersetzt wird. *2* Nebenkern, der Spindelform angenommen hat, *3* derselbe in Teilung begriffen, *4* die durch wiederholte Teilung aus ihm entstehenden Enkelkerne, *5* Wanderkerne, *6* stationäre Kerne, *7* die durch Verschmelzung je eines Wander- und eines stationären Kernes entstehende Teilspindel, *8* aus ihr hervorgegangener neuer Nebenkern, *9* aus ihr hervorgegangener neuer Hauptkern, *10* neu angelegte Mundöffnung.

derselben gebildet. Wir können bei oberflächlicher Betrachtung des mikroskopischen Bildes oft den Eindruck bekommen, als hätten wir Fadenbakterien oder Schimmelpilzfäden vor uns.

Ein besonders günstiges Material zur Beobachtung des Infusorienlebens bieten die im Frühjahr in unseren Teichen und Seen an den seichteren Partien zur Entwicklung gekommenen, walnußgroßen, gallertigen, grün gefärbten, hohlen Polster des Ophridium versatile. Hier sind Tausende von Individuen in einer Gallertschicht vereinigt, in der außerdem noch gewisse Fadenbakterien wuchern. Die Tierchen sind von zahlreichen kleinen grünen Kügelchen erfüllt und erscheinen deshalb grün. Diese Körper stellen kleine Algen dar. Wir haben hier das Beispiel einer Symbiose vor uns, eines Zusammenlebens verschiedener Organismen, die mehr oder weniger sich gegenseitig in ihren Lebensäußerungen unterstützen.

Die mundlosen Opalinen und viele Bursariden schmarotzen im Darm und in der Harnblase von Wirbeltieren.

Das Balantidium coli kommt im Dickdarm des Menschen in größeren Mengen vor, aber nur, wenn eine Erkrankung der Schleimhaut (chronische Diarrhöe mit und ohne Geschwüre, Ruhr, Typhus) vorherging. Im Darm des Schweines kommt dieses Infusorium ebenfalls vor.

Die Betrachtung des Zellenlebens der Infusorien hat manche interessante Ergebnisse gezeitigt, die für die Gesamtauffassung vom Leben nicht ohne Bedeutung geblieben sind. So knüpft Lengefeld in der Zeitschrift für das geistige Leben der Deutschen in Böhmen, 1902, Heft 12, an die Erscheinungen der Degeneration und Regeneration des Paramaecium Infusorium seine überaus geistreichen Betrachtungen über Lebensdauer, Altersschwäche und Tod an (Ref. Woch. f. Brauerei 1903, S. 635).

Im Aquarium nimmt mit steigender Vermehrung das Paramaecium immer kümmerlichere Gestalt an; es treten häufiger Mißbildungen ein, und die Widerstandskraft gegen äußere schädliche Einflüsse erlahmt: lauter Zeichen einer eintretenden Altersschwäche oder senilen Degeneration.

Nun beobachtet man häufig eine Paarung dieser Individuen und als Folgeerscheinung das Auftreten einer gekräftigten Generation.

Zwei Individuen legen sich aneinander, verschmelzen auf kurze Zeit an der Berührungsstelle und trennen sich wieder.

Während der Verschmelzung machen die Zellkerne folgende Veränderungen durch: Der Hauptkern eines jeden der beiden Infusorien stirbt ab und wird vom Plasma assimiliert.

Der Nebenkern zerfällt durch zweimalige Teilung (Auftreten kleiner Kernspindelfiguren) in vier gleiche Stücke. Drei von diesen sterben ab und werden vom Plasma assimiliert; das vierte teilt sich wieder in zwei Teile, von denen der eine im Infusorium bleibt, während der andere, als männlicher Kern aufzufassende Teil in das andere Infusorium hinübertritt und mit dem dort verbliebenen Teil, dem weiblichen Kern, sich vereinigt. Es sind also die beiden männlichen Kerne gewandert zu den weiblichen des anderen Infusoriums. Das Verschmelzungsprodukt teilt sich nun in einen Hauptkern und einen Nebenkern. Damit ist der Kopulationsakt vollendet, und die beiden Infusorien trennen sich wieder, um, mit neuer Jugendkraft ausgestattet, sich wieder durch einfache Teilung zu vermehren, wobei wieder kräftige Tochterzellen entstehen. Die Kernmischung ist also der Jungbrunnen für senile Zellen. „Die Infusorien erfreuen sich also, den olympischen Göttern gleich, ewigen Lebens und einer sich immer erneuernden Jugendkraft."

Auch Tiere von schon komplizierterer Organisation erscheinen öfters im Wassertropfen. Hier seien nur wenige, besonders auffällige Beispiele herausgegriffen. Da erscheint ein kleiner Fadenwurm, der sich lebhaft krümmt und mit seinen beiden Enden alles im Wege Stehende auseinanderpeitscht. Er ähnelt außerordentlich dem Essigälchen, das im trüben Essig schon mit bloßem Auge kenntlich ist. Der langgestreckte

zylindrische Leibesschlauch umschließt eigentlich nur ein einziges größeres Organ, den Darmkanal, in dem wir auch die Nahrung noch deutlich erkennen können.

Frei lebende **Fadenwürmer (Nematoden)** der Gattung Rhabditis und Diplogaster treten überall auf, wo aus sich zersetzenden organischen Stoffen genügende Nahrung gewonnen werden kann; viele Arten sind im Pflanzenmoder gefunden worden.

Das Verfahren von F. A. Pott, sie in Mengen daraus zu erhalten, bestand darin, daß Fleischstücke auf die Oberfläche gelegt wurden; wenn diese faulten, fanden sich Tausende lebender und sich fortpflanzender Nematoden darin. In Peptonlösungen gediehen sie so gut, daß die ganze Dauer einer Generation nur 10—14 Tage betrug. Hierbei sind aber nur die Fäulnisprodukte des Peptons beteiligt; in sterilen Lösungen wird das Wachstum aufgehoben, und die Eiablage geht nur sehr langsam vor sich. Zwittrige Arten beobachtete Pott ebenso häufig als getrennt geschlechtliche. Bei einer Diplogasterart vergingen mehrere Generationen, ehe ein einziges Männchen erschien; einmal waren in einer Kultur unter 60 Zwittern 4 Männchen vorhanden, das war die höchste Zahl, die beobachtet wurde.

Durch Selektion konnte keine Kultur mit hoher Prozentzahl an Männchen erhalten werden, künstliche Veränderungen in den äußeren Bedingungen übten keinen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis aus. Die frei lebenden Nematoden bieten eine der ausgesprochensten Ausnahmen des Gesetzes der Kreuzbefruchtung bei den Tieren. Die beobachteten Arten vermehrten sich ein Jahr lang nur durch Selbstbefruchtung, wiesen aber am Ende dieser Periode doch kein Zeichen der Entartung auf. Im scharfen Gegensatz hierzu stehen Fälle wie der der Ascidie Ciona intestinalis, wo die Eier und Spermatozoen desselben Individuums zur Konjugation unfähig sein sollen.

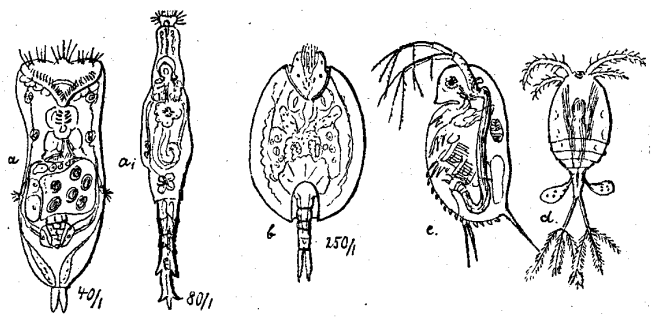


Abb. 36. Rädertierchen und kleine Wasserkrebse. Abb. *a* stellt das Weibchen, a_1 das Männchen eines Rädertierchens dar. Die Abb. *b*, *c*, *d* stellen krebsartige Organismen dar, die zum Teil Strudelapparate besitzen, zum Teil Fühlhörner. *c* Daphnia (Wasserfloh). *d* Weibchen des Zyklopskrebses.

Komplizierter gebaut sind schon die ebenfalls den Würmern zugehörigen Arten, die zahlreiche Borsten in der äußeren Leibeswand sitzen haben. Wir sehen die „peristaltischen" Bewegungen des Darmkanals der sich abwechselnd zusammenzieht und wieder ausdehnt, sehen auch die ringförmige Muskulatur, die diese Bewegungen vermittelt, und die Muskelfasern, an denen der Darm an der Leibeswand aufgehängt ist. Bei näherem Zusehen erkennen wir auch einen langgestreckten, dünnwandigen, hohlen Schlauch mit regelmäßig pulsierenden Bewegungen: das Herz. Bei manchen Borstenwürmern macht man die überraschende Beobachtung, daß die Augen nicht vorn, sondern an den Seitenwänden verteilt sind (so bei Polyophthalmus pictus).

Besonders reizvoll ist die Betrachtung der **Rädertierchen (Rotatorien)**, die, ähnlich den Infusorien, einen großen Strudelapparat besitzen. Die Schlundöffnung führt zu einer Kammer, in der ein Kauapparat beständig in Tätigkeit ist, der aus zwei kammartigen Teilen besteht, die sich gegeneinander bewegen, wobei die Zinken ineinandergreifen.

Auch die mit durchsichtigen Schalen bedeckten **kleinen Wasserkrebse** zeigen mitunter solche Strudelapparate. Auch durch die rasche Bewegung ihrer Kiemenfüße fallen sie oft auf. (Abb. 36 *a* und a_1.)

Die kleine Daphnia (*c*) mit den beweglichen Augen und Kiemenapparaten, mit dem deutlich sichtbaren Herzen, das zwei seitliche und eine vordere Spaltöffnung zeigt, und dem an den Enden umgebogenen Darmkanal bietet ein besonders fesselndes Bild. *d* stellt das Weibchen eines Zyklopskrebses dar, das an den beiden Seiten des Hinterendes je ein Eiersäckchen trägt.

Eine stattliche Anzahl von Momentphotographien aus genannten Tiergruppen findet man in meinem Atlas.

53. Einiges über die biologische Selbstreinigung der Gewässer.

Wie kommt es, daß fäulnisfähige Körper und Abfallstoffe der verschiedensten Art im Wasser in kurzer Zeit zum größten Teil verschwinden und in unseren Seen und Meeren keine immer dicker werdenden Schlammmassen bilden? Die Schmutzstoffe werden durch Bakterien schnell zersetzt und zu den höchsten Stufen der Oxydation geführt, so daß schließlich anorganische Verbindungen wie Ammoniak bzw. Salpetersäure, Schwefelwasserstoff bzw. Schwefelsäure, Kohlensäure und Wasser daraus hervorgehen. Neben dieser „Mineralisation" der Schmutzstoffe geht eine Inkarnation, d. h. Bildung lebender Substanz einher. Bei der biologischen Selbstreinigung spielt natürlich auch eine große Rolle der von den grünen Algen ausgeschiedene Sauerstoff, da er den Wassertieren die Atmung ermöglicht und eine große oxydierende Wirkung ausübt. Während in den Abwässern Millionen von Bakterien auf den Kubikzentimeter kommen, finden wir in Flüssen und Seen vielleicht nur einige hundert. Hier spielen die Algen eine größere Rolle als die Bakterien. Im Tegeler See fand Kolkwitz am 19. Juli 12000 grüne Algenzellen im Kubikzentimeter; im Orankesee bei Berlin am 2. August 200000 Zellen von Polycystis aeruginosa und Aphanizomenon flos aquae, den Erzeugern der sogenannten Wasserblüte; im Wannsee waren am 27. Juni so viele Melosirafäden vorhanden, daß sie sich gegenseitig berühren mußten und ein förmliches Planktongerüst bildeten. Der kleine Teich im Riesengebirge enthielt im August 4—6 Algenarten (Desmidiaceen). Besonders tüchtige Fischer düngen geradezu ihre Teiche, indem sie Jauche zuführen oder dulden, daß geeignete Fabrikabwässer hineingeleitet werden. Solche Düngungen verrichten oft geradezu Wunder der Fruchtbarkeit, indem sie die Fischnahrung, kleine Krebse, Insektenlarven usw. kräftig aufkommen lassen. Der Unrat geht also schließlich in Fischsubstanz über. Die Fische sind auch das beste Gegenmittel gegen die Mückenplage am Wasser, indem sie

mit den Mückenlarven gründlich aufräumen, ähnlich wie die Frösche und Kaulquappen.

R. Volk hat bei seinen Untersuchungen des Elbwassers bei Hamburg folgende pflanzliche Planktonbestandteile im Kubikmeter vorgefunden:

Grünalgen (Chlorophyceae)	19356	Millionen,
Kieselalgen (Bacillariaceae)	61000	„
Spaltalgen (Schizophytae)	10000	„
Unbestimmbare Arten	1731	„

insgesamt also gegen 92000 Millionen Keime. Es ist klar, daß diese sich von den im Wasser gelösten Stoffen ernähren müssen und daher bedeutend zu dessen Reinigung beitragen. Im Abwasser ist die Produktion an lebender Substanz noch größer. Wenn auch manche Tiergruppe im Reinwasser in durchschnittlich größerer Individuenzahl vorhanden war als in der Abwasserzone, so ließ sich dagegen bei anderen, durchaus nicht zur Abwasserfauna gehörigen Arten eine erhebliche, bei manchen sogar — und darunter grade solche, die als Fischnahrung von besonderer Bedeutung sind — eine ganz enorme Vermehrung in der Abwasserzone feststellen. Selbst größere Vertreter der niederen Tierwelt, die Mollusken, leben in den Fleeten, das sind die die Stadt durchschneidenden sichtbaren Kanäle, in weit größerer Menge als oberhalb der Sielwasserzone. Da die gefundenen Arten hauptsächlich Detritusfresser sind, tragen sie bei ihrem massenhaften Auftreten nicht wenig zur Beseitigung fäulnisfähiger Stoffe bei. Als sichtbares Endprodukt der Selbstreinigung des Stromes setzt sich das Schwefeleisen ab und bildet einen dunkel gefärbten Schlamm. Es ist dies ein natürlicher Vorgang, den man auch in den reinsten Gebirgswässern beobachten kann, sofern das Wasser eisenhaltig und von Lebewesen bewohnt ist. (Mitt. des naturhist. Museums, Hamburg 1903.)

Die Flora und Fauna eines Wassers ist naturgemäß von der chemischen Zusammensetzung des Wassers abhängig, und da diese mit den verschiedenen Zuflüssen sich ändert, macht sich dies auch in dem Gebiet unterhalb der Zuflüsse geltend. Das Verschwinden oder Zuwandern der Flora und Fauna kann aber nicht plötzlich geschehen; daher die biologische Analyse nicht bloß den augenblicklichen Zustand des Wassers kennzeichnet, sondern einen Zustand, der längere Zeit schon bestanden hat. Man kann z. B. noch monatelang nach Schluß der Kampagne von Fabriken mit organischen Abwässern durch die biologische Analyse feststellen, wo die Abwässer eingeflossen sind, welchen Weg sie genommen haben, und wie weit sie sich erstreckt haben, und zwar an den durch diese Abwässer erzeugten Organismen, welche hier im wahrsten Sinne des Wortes als Leittiere oder Leitpflanzen dienen. Das reichliche Vorkommen mehrjähriger Tiere ist immer ein gutes Zeichen, das von nur einjährigen weist auf das Vorkommen gelegentlicher verderbenbringender Verunreinigungen hin.

Eine Schnecke, Gulnaria, liebt reines Wasser, bei steigender Verunreinigung steigt sie an die Oberfläche oder kriecht ans Land. Bei

schwächeren organischen Verunreinigungen stellen sich die roten Larven der Zuckmücke (Chironomus plumosus) zahlreicher ein und die blutegelähnliche Nephelis vulgaris, die von jenen lebt, ferner Wasserasseln (Asellus vulgaris); bei stärkerer Verunreinigung verschwindet auch sie, und die Larven von Wasserkäfern finden an den ermatteten Tieren reichliche Nahrung. Am meisten vertragen jedoch den Schmutz der Schlammröhrenwurm (Tubifex) und die Larve der Florfliege Sialis luturia; ihr häufiges Vorkommen steht in geradem Verhältnis zur Stärke der Verunreinigung. Das Vorkommen der festsitzenden Dreikantmuschel (Dreissensia polymorpha) deutet an, daß die Verschmutzung des Wassers eine gewisse Höhe nicht überstiegen hat.

In der Skala von der ganz starken Verunreinigung bis zum reinen Wasser treten nacheinander auf: Zooglöen, Beggiatoa, Leptomitus bzw. Sphaerotilus, Charchesien, Vorticellen, endlich Diatomaceen, wie Melosira, Synedra, welche anzeigen, daß die Verunreinigung so ziemlich verdaut ist. Ist der normale Diatomeenbestand von Naviculaceen erreicht, dann kann das Wasser wieder als rein angesehen werden.

Kalkreiche Wässer sind tierarm; Pflanzen gedeihen schon eher, namentlich Fadenalgen, die große Mengen Kalk auf sich niederschlagen, auch Magnesia. Die dolomitischen Gesteine sind hauptsächlich aus solchen Kalkalgeninkrustationen aufgebaut. Wässer mit zu wenig freier Kohlensäure zeigen nur an der Oberfläche oder an den Ufern üppiges pflanzliches Gedeihen; daher auch die Unterwasserpflanzen kahl bleiben, ohne Algenüberzug und infolgedessen auch ohne Schnecken und andere Tiere, welche von letzteren leben. In Überschwemmungsgebieten richtet das Eisen aus dem Grundwasser große Verheerungen an; es bildet sich Schwefeleisen und nachher Schwefelwasserstoff, worauf das Absterben allgemein wird. Später findet wieder Klärung statt, und das Wasser erscheint völlig harmlos.

Kolkwitz und Marsson haben ungefähr 300 pflanzliche Organismen aufgezählt, welche für die Beurteilung der Selbstreinigungskraft der heimischen Gewässer von Bedeutung sind; sie nennen diese Organismen Saprobien und teilen sie, entsprechend dem fortschreitenden Grad der Mineralisierung, welchen sie bevorzugen, ein in Poly-, Meso- und Oligosaprobien, je nachdem sie viel, mäßig oder wenig organische Stoffe bevorzugen. Die Organismen ganz reiner Gewässer nennen sie Katharobien. (B. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1903, Heft 7.)

Wichtig ist für die biologische Selbstreinigung die Schlammdurchackerung, Schlammauflockerung und Schlammzehrung. Die Wasserregenwürmer wühlen das unterste nach oben auf. Wo man den Schlamm zu gründlich ausbaggert, siedeln sich Algenfäden an, die früher aufgezehrt wurden. Im Schlamm wird der Schwefelwasserstoff durch Beggiotoa weiter oxydiert zu Schwefelsäure, die Zellulose fällt der Methangärung zum Opfer. Im gut durchlüfteten, lockeren Schlamm können die Fische ungefährdet ihre Winterruhe zubringen und die Insektenlarven sich gut entwickeln. Amöben, Flagellaten, Glocken- und Rädertiere sorgen für Verminderung der Bakterien. Auch das Licht wirkt reinigend, indem

es die Assimilation der im Wasser gelösten Kohlensäure fördert und die Sauerstoffentwicklung. (Fischteiche müssen im Winter von der Schneedecke befreit werden, damit genügend Licht in das Wasser gelangt, oder es muß stellenweise das Eis aufgehackt werden.)

Zu viel gelöste Stoffe erzeugen ein Übermaß von Organismen, von denen besonders die langen Pilzzotten unangenehm werden, da sie nicht in genügendem Maße gefressen werden und sich an bestimmten Stellen anhäufen und dort faulen oder die Fischernetze verstopfen oder verschleimen. Auch eine Verkrautung des Wassers kann eintreten, die bisweilen das Wasser um 20—30 cm anstaut. In warmen Sommernächten oder im Winter bei zugefrorener Decke können sämtliche Tiere oder die Fische ersticken infolge der von den Pflanzen bei Lichtabschluß erzeugten Atmungskohlensäure.

Schöne Abbildungen von dem Sommer- und Winterplankton in verschiedenen Talsperren s. Heft 15, Berlin 1911, der Mitt. aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung.

In chemischer Beziehung charakterisiert sich die Zone der Polysaprobien durch das Überwiegen von Reduktions- und Spaltungsprozessen, durch Mangel oder geringen Gehalt an Sauerstoff, durch Reichtum an Kohlensäure und relativ hohen Gehalt an stickstoffhaltigen, zersetzungsfähigen Nährstoffen. Der Schlamm dieser Zone ist reich an Schwefeleisen. Biologisch überwiegen die Spaltpilze, über eine Million pro Kubikzentimeter. In der Zone der Mesosaprobien fördern Oxydationsprozesse bereits die Entwicklung der gröberen Fauna; nur bei Dunkelheit findet ein Rückschlag statt. Eiweißabbauprodukte treten zahlreicher auf, Ammoniaksalze, und nach der Oligosaprobienzone zu auch Nitrite und Nitrate. Spaltalgen und Eumyceten; Bakterien noch an über 100000 pro Kubikzentimeter; auf dem Grund dieser Zone vorzugsweise Bacillariaceen. Die Zone der Oligosaprobien führt nur noch wenige Bakterien, meist unter 1000 pro Kubikzentimeter. Peridinales und Charales, die gegen Abwässer empfindlich sind, beginnen aufzutreten. In chemischer Beziehung enthält das Wasser nur wenig organische Substanz, die Sauerstoffzehrung ist gering, die Durchsichtigkeit nimmt zu. Der Schlamm ist arm an Reduktionsprozessen.

54. Für den Menschen pathogene Organismen, die gelegentlich im Gebrauchs- und Trinkwasser vorkommen.

Wir kommen hier in das Gebiet der Hygiene. Leider ist es nicht immer möglich, den Gehalt eines Wassers an pathogenen Organismen sogleich festzustellen. Viele derselben, z. B. unter den Bakterien der Choleravibrio, der Typhusbazillus, sind zu klein und in der Form zu wenig von anderen, unschädlichen Bakterien verschieden, als daß ein Blick durch das Mikroskop sogleich einen Aufschluß geben könnte. Hier müssen besondere Kulturen angelegt werden. Typhus- und Cholerakeime sind wiederholt im Wasser gefunden worden; den Bazillus der Mäusesepticämie, einer für Mäuse

tödlichen Infektionskrankheit, hat Gaffky im Wasser der Panke entdeckt; den Milzbrandbazillus hat man in ganz vereinzelten Fällen auf feuchten Wiesen, den Bazillus des Wundstarrkrampfes in feuchter Gartenerde gefunden. Es ist klar, daß auch das in der Nähe befindliche Wasser leicht solche Keime aufnehmen kann. Die Wasserbehälter oder Leitungen vor derartigen Organismen zu schützen, ist eine Hauptbedingung zur Verhütung von Epidemien.

In dem kleinen Dorf Illhausen im Oberelsaß sind seit 1870 insgesamt von 250 Stück Vieh 226 an Milzbrand eingegangen. Erst nachdem alle Brunnen zugeschüttet, die nicht tiefer als 3,8 m waren, und ein Grundwasser aus 8—10 m Tiefe geholt wurde, verschwanden die Milzbrandfälle. Oben lag poröser Humus, darunter Alluvium, darunter Lehm, darunter Sand und Rheinkies. Die Milzbrandsporen verscharrter Tiere konnten also leicht durch das Grundwasser des Alluviumbodens verschleppt werden.

Pasteur hat bei einer Milzbrandepidemie gezeigt, wie durch die Regenwürmer die Milzbrandkeime verscharrter Tiere wieder an die Oberfläche gelangen und so weidendes Vieh neu infizieren können.

In Würze und Bier, namentlich bei niederer Temperatur, gehen nach den Untersuchungen von Zikes sowohl Cholera- wie Typhuskeime in kürzester Zeit zugrunde.

Emmerich-München hat im Verein mit Gemünd nachgewiesen, daß die in jedem, selbst dem reinsten natürlichen Wasser enthaltenen Protozoen und insbesondere die Flagellaten enorme Mengen von Typhusbazillen vernichten, indem sie sie auffressen und verdauen. Das Wasser des Brunnens des hygienischen Instituts in München vernichtet z. B. in 24 Stunden die Typhusbazillen, welche in 1000 Typhusstühlen enthalten sind. Die reinste Bergquelle enthält schon unmittelbar, nachdem sie aus jungfräulichem Boden entsprungen ist, die hygienische Schutzwehr des Wassers, die Flagellaten.

Selbst das vollkommen reine Brunnenwasser des Mangfallgebietes, welches nur 4—8 Bakterienkeime in 1 ccm enthält, vernichtet wenigstens 20000 Typhusbazillen pro 1 ccm in 24 Stunden. Ein Brunnen, welcher reines Mangfallwasser, also ein geradezu ideales Trinkwasser, enthält, vernichtet daher in 24 Stunden mindestens so viel Typhusbazillen, als in einem Typhusstuhl enthalten sind (etwa 2000000000). Bodo saltans und B. ovatus sind die beiden häufigsten Flagellaten des Mangfallwassers. Es wird wenig Brunnen geben, die sich nicht ganz analog verhalten, und auch der reinste Brunnen wird wenigstens so viel Typhusbazillen in 24 Stunden vernichten, als durch Unachtsamkeit mit Typhusstühlen in sein Wasser gelangen können. Es ist also nach E. ganz unmöglich, daß Typhusepidemien, die oft monatelang dauern, durch das Wasser eines Brunnens verursacht werden können. Man müßte die Brunnen geradezu als Abortgruben benutzen, wenn dies möglich sein sollte.

Emmerich ist es nie gelungen, in Wasser, welches Typhusepidemien verursacht haben sollte, Typhusbazillen nachzuweisen, und die wenigen Fälle, in welchen dieser Nachweis anderen angeblich glückte, müssen mit großer Vorsicht betrachtet werden, da selbst die Identifizierung durch Agglutination noch berechtigte Einwände und Zweifel zuläßt.

In sterilisiertem Wasser, das keine Flagellaten enthält, halten sich pathogene Keime (Cholera, Typhus) auffallend lange lebend.

Anläßlich einiger Fälle von Übertragung einer (an und für sich harmlosen, wenn auch lästigen) Augenbindehautentzündung hat Ickert über die Ansteckungsfähigkeit des Badewassers in gemeinsamen Schwimmbädern Untersuchungen angestellt. Bei genügender Sorgfalt ist sie als sehr gering zu bezeichnen. Die durch die Badenden in das Wasser gelangenden Bakterien vermehren sich danach zunächst im Schwimmbad; der Vermehrung wird aber bereits am zweiten oder dritten Tage durch

verschiedene Umstände ein Ziel gesetzt. Die Verminderung der Keime ist in erster Linie der Freßtätigkeit der Protozoen zu verdanken, die sich in jedem Wasser vorfinden, in zweiter Linie der Wechselwirkung zwischen den eigentlichen Wasserbakterien (Fluoreszenz-Gruppe) und den wasserfremden Keimen. Vorhandene wasserfremde Keime verlieren ihre Bewegung und sinken zu Boden, wo sie um so leichter von den Protozoen aufgenommen werden können; die Fluoreszenz-Gruppe sucht das Wachstum fremder Keime durch ausgeschiedene Stoffe überhaupt zu verhindern. So arbeiten Protozoen und Wasserbakterien gleichsam Hand in Hand, sich gegenseitig in der Wirkung unterstützend. Ihre Tätigkeit ist der Ausdruck eines Selbstreinigungsprozesses des Schwimmbadewassers, wie er bei jedem stehenden Wasser auftritt. Die jeweilige Bakterienzahl ist infolgedessen nicht ein Zeichen, wie groß die Verunreinigung ist, sondern nur ein Zeichen, in welchem Augenblick sich der Selbstreinigungsprozeß befindet. Die Bakterienzahl scheidet demnach für die Beurteilung des Badewassers ganz aus.

Gegenüber den massenhaften Besucherzahlen der öffentlichen Bäder ist es, wie Ickert weiterausführt, überraschend, wie wenig positive Fälle von sicherer Übertragung von Infektionskrankheiten durch das Badewasser beschrieben worden sind. Natürlich darf trotzdem die Infektionsgefahr des Schwimmbadewassers nicht sorglos verachtet werden. Da die Möglichkeit der Übertragung ansteckender Krankheiten durch das Schwimmbadewasser nicht geleugnet werden kann, so hat die Aufsichtsbehörde bestimmte Vorschriften erlassen: Benutzung unverdächtigen Wassers zu Schwimmbädern; Reinigung des Körpers vor Benutzung; Anbringung von Spuckgelegenheiten in den Bädern; Anbringung von Aborten und Pissoiren; Ausschluß von Personen mit ansteckenden Krankheiten, soweit das festzustellen ist (in Amerika badet man ohne Badehosen in den Schwimmbädern für Studenten); Reinigung des Bades nach einer gewissen Anzahl von Besuchern; Zulassung von höchstens soviel Badegästen, daß auf jeden Badenden möglichst acht Kubikmeter, mindestens aber 2,4 Kubikmeter Schwimmbadewasser kommen; zeitweilige Desinfektion des Bassins mit Salzsäure und Kalkmilch; Schließung des Bades bei Epidemien.

Geeignete Desinfektionsmethoden gestatten, die Krankheitskeime sofort nach ihrer Einbringung ins Badewasser abzutöten. Es wurde z. B. das gebrauchte Schwimmbadewasser belüftet und dauernd durch Sand filtriert. Das gebrauchte Badewasser wurde alle 1—3 Tage mit Magnesiumhypochlorid desinfiziert. Zusatz von Chlorkalk setzte den Bakteriengehalt des Seewassers in abgeschlossenen Schwimmbädern wesentlich herab. Auch das Wiederverwendungsfähigmachen gebrauchten Schwimmbadewassers mittels des Ozonverfahrens hat bereits Erfolge gezeitigt.

Aber auch tierische Parasiten können durch Genuß von Wasser in den menschlichen Körper gelangen. Das häufigere Vorkommen von Spulwürmern bei Landleuten sowie bei Städtern läßt sich vielfach durch den Gebrauch der offenen sog. Ziehbrunnen so erklären, daß dahin

die Eier jener Tiere aus in der Nähe abgelagertem Kot gelangt sein werden. Ähnlich verhält es sich mit den

Bandwürmern, zu deren vollkommener Ausbildung jedoch ein „Zwischenwirt" gehört.

Die aus den reifen, kürbiskernartigen Gliedern des Bandwurms entleerten Eier, in denen oft schon der Embryo sichtbar wird, gelangen mit dem Stuhlgang ins Wasser, verlieren dort ihre Hülse und schwimmen so lange herum, bis sie verschluckt werden und in den Darmkanal eines Tieres gelangen. Durch diesen bohren sie sich hindurch und siedeln sich in irgendeinem Organ an, wo sie dann als Finnen beim Schwein, als Blasenwurm beim Hunde ihre Zeit abwarten, bis sie mit dem Fleisch derselben verspeist werden und sich nun zu Bandwürmern in dem neuen Wirt entwickeln können. Die aus dem Ei im Wasser hervorgeschlüpften Embryonen sind, wie manche Infusorien, reichlich mit Flimmerhaaren versehen und äußerst beweglich. Daß man in fischreichen Wässern solchen Gebilden öfters begegenen dürfte, wird einleuchten, wenn man die Tatsache in Betracht zieht, daß in einem großen Hecht gegen 300 ausgewachsene Bandwürmer (Botriocephalus infundibuliformis) von je 28—35 cm Länge gefunden wurden. Jedes Gliedstück eines solchen Bandwurmes enthält nun wieder Tausende von Eiern.

Distomum haematobium, eine Egelart, wird noch gefährlicher als der Bandwurm für den Menschen; das Männchen hat starke Saugnäpfe und auf der Bauchseite eine lange Rinne, in welche das Weibchen aufgenommen wird. Sie leben paarweise vereint in der Pfortader, im Darm und in der Harnblase. Durch die in die Schleimhautgefäße der Harnleiter, Harnblase und des Dickdarmes abgesetzten Eiermassen werden Entzündungen veranlaßt, die oft starke Blutungen zur Folge haben.

Anchylostoma duodenale setzt sich im Zwölffingerdarm fest, saugt das Blut aus der Schleimhaut, läßt dasselbe bald wieder gehen und erneuert den Vorrat. Die Folge davon ist nicht nur ein zeitweiser Verlust von Blut, sondern eine zunehmende, zum Tode führende Blutleere. In ungarischen und französischen Bergwerken, neuerdings aber auch in den rheinisch-westfälischen Zechen sowie in Ziegeleien bei Köln ist dieser Parasit einheimisch geworden; er ist die Ursache der sogenannten „tropischen oder ägyptischen Chlorose". Die Ansteckung erfolgte hier offenbar durch den Genuß von mit Kot verunreinigtem Wasser. Für Maßnahmen gegen diese bösartige „Wurmkrankheit" sind von den Zechen schon viele hunderttausend Mark verausgabt worden.

In dem Schlamm der Gruben finden die Würmer die günstigsten Bedingungen. Zur Einführung des wurmhaltigen Schlammes in den Mund ist beim Bergarbeiter reichlich Gelegenheit gegeben. An der Schnaps- oder Bierflasche, am Kautabak, sowie an Speisen haften oft Schlammteilchen. Ansteckung außerhalb der Gruben ist nur selten beobachtet worden.

Hygienische Wasserbeurteilung. Je weniger Typhusbazillen in einem Wasser, desto schwieriger ist ihr Nachweis, zumal wenn viele andere Bakterien da sind, die jene überwuchern, wie das Bacterium coli commune und seine nächsten Verwandten, die im Darm des Menschen und der verschiedensten Tiere regelmäßig vorhanden sind und im Aussehen viel Ähnlichkeit mit dem Typhusbazillus haben. Erst in letzter Zeit hat man kulturelle und biologische Unterschiede zwischen diesen beiden Arten gefunden, durch die ihre Differenzierung wesentlich erleichtert wird. Das Nichtauffinden von Typhusbazillen berechtigt jedoch noch nicht, ein Wasser als unverdächtig zu erklären, besonders dann nicht, wenn andere Gründe dafür sprechen, daß seine Verseuchung doch möglich gewesen sei. Gewöhnlich wird die Probe erst zur Untersuchung gesandt, nachdem die ersten Erkrankungen stattgefunden, also oft erst nach wochenlanger Inkubationszeit; inzwischen kann die Infektionsquelle schon längst verstopft und die Keime schon vernichtet sein. Der Nachweis von Cholerabazillen ist schon sicherer zu führen als der von Typhus- und Ruhrbazillen, auf Grund der Anreicherungsmethode und der schärferen Erkennungsmerkmale, die sie von den verwandten sogenannten Fluß- oder Wasservibrionen leichter unterscheiden lassen.

Jedes Oberflächenwasser ist von vornherein als verdächtig zu behandeln und trotz der Sandfiltration regelmäßig bakteriologisch zu untersuchen, sofern es zur Trinkwasserversorgung dienen soll. „Ein befriedigendes Filtrat darf beim Verlassen des Filters (nach

den Bestimmungen des Bundesrats vom 13. Januar 1899) in der Regel nicht mehr als 100 Keime im Kubikzentimeter enthalten. Das Filtrat soll möglichst klar sein und darf in bezug auf Farbe, Geschmack, Temperatur und chemisches Verhalten nicht schlechter sein als vor der Filtration." Das beste Filter ist der natürlich gewachsene Boden, daher die Grundwasserversorgung neuerdings möglichst überall angestrebt wird. Vor der Benutzung müssen die Brunnen erst ordentlich ausgepumpt, dann desinfiziert werden; die bakteriologische Analyse wird dann erst während der Wassermengenbestimmung gemacht; dasselbe gilt für die chemische Analyse. Die Proben für die bakteriologische Analyse werden am besten gleich an Ort und Stelle verarbeitet. Das Bacterium coli dient als Indikator der Verunreinigung durch menschliche Abgänge.

Die chemische Untersuchung hat zu achten auf den Gehalt an Chlor, auf das Erscheinen N-haltiger Verbindungen, auf salpetersaure oder salpetrigsaure Salze und Ammoniak, sowie auf die Veränderungen in der Härte und Reaktion des Wassers, sowie im Eisen- und Mangangehalt. Ammoniak als Begleiter eisenhaltiger Grundwasser braucht nicht von fäulnisfähigen Stoffen herzurühren, ebenso wie eine größere Oxydierbarkeit oft auf hygienisch einwandfreie Huminstoffe zurückgeführt werden kann, die durch einen Auslaugungsprozeß in das Wasser gelangt. Schwefelwasserstoff bildet sich häufig in geringen Mengen durch die Einwirkung freier Kohlensäure auf Sulfide wie CaS und FeS. Harte Wasser (40—60 und mehr) werden oft als gesundheitsschädlich bezeichnet; dies dürfte jedoch nur bei zu großem Gehalt an $MgSO_4$ zutreffen; aber für die Häuslichkeit bereiten sie manche Schwierigkeiten, beim Kochen, Waschen usw. Weiches Wasser mit freier Kohlensäure wirkt lösend auf Bleirohre. Die Gefahr wird jedoch nur dann akut, wenn solches Wasser lange Zeit bei Gegenwart von Luft im Rohr gestanden hat. Jeden Morgen soll man das in der Bleileitung befindliche Wasser erst ablassen; das nachfolgende Wasser ist völlig harmlos. Kohlensäurefreies Wasser kann durch die Wucherungen von Gallionella ferruginea in der Leitung kohlensäurehaltig werden.

Wasserfiltration. Während die oberflächlich gelegenen Bodenschichten überreich an Mikroben sind, finden wir bereits in 2—4 m Tiefe fast gar keine mehr vor, es sei denn, daß Spaltungen oder Risse oder sonstige Durchbrechungen der Decke stattgefunden haben.

Das Quellwasser enthält deswegen gar keine oder nur wenige Keime, weil es durch Bodenschichten oder Gesteinsschichten hindurchgesickert ist. In horizontaler Richtung ist das Filtrationsvermögen der wasserführenden Schichten sehr gering, und pflegt man Brunnen neuerdings in der Nähe von Flüssen möglichst 250 m vom Ufer entfernt anzulegen; ebenso tut man gut, im Umkreis von 150 m keine Gruben in die Erde zu graben und den Boden nicht mit Dung und Jauche zu beschicken. Insbesondere hat man sich über die Richtung des Grundwasserstroms zu orientieren. Bei Überschwemmungen oder Hochwasser, wo sich das Grundwasser staut, kann natürlich auch die Infektion zurückstauen. Wo man Tagewasser filtrieren muß, bedient man sich gewöhnlich des Sandfeinfilters, mit einer täglichen Ergiebigkeit von 1,5—8 Kubikmeter pro Quadratmeter Filtrationsfläche, wenn mit einer biologischen Membran, mit einer Ergiebigkeit von 80—120 Kubikmeter, wo mit einer chemischen Membran gearbeitet wird. Die biologische Membran bildet sich von selbst auf der Oberfläche der Sandschicht und wirkt hier mechanisch und physiologisch; je dicker die Schicht, desto langsamer die Filtration; schließlich muß die Haut abgetragen werden. Auf die Feinfilter soll nur vollständig klares Wasser gelassen werden; trübes Wasser muß erst durch Abstehen oder durch Grobfilter klar gemacht werden. Die chemische Membran wird durch verschiedene chemische Reagentien,

unter denen schwefelsaure Tonerde eine Hauptrolle spielt, als Fällung erzeugt. Dies System heißt das amerikanische, mechanische oder Schnellfilter, wogegen das vorhergenannte das europäische, englische oder Dauerfilter genannt wird.

Die Baukosten eines ungedeckten Filters wurden vor dem Krieg auf 32—48 M. pro Quadratmeter geschätzt, die eines gedeckten auf 64—72 M.

Bevor man das Wasser durch das Filter schickt, läßt man es auch oft, zumal wenn es eisenhaltig, über ein System von Holzlatten und Rinnen fließen, an denen sich schleimige Überzüge bilden von Mikroben und durch die Lüftung unter Mithilfe dieser ausgefällten Eisenbestandteile.

Ein neues und anscheinend gutes System der biologischen und gleichzeitig chemischen Reinigung basiert auf der Ozonisierung des Wassers. Durch ruhige Ausstrahlung des elektrischen Stroms bei einer Spannung von 30000—40000 Volt wird der Sauerstoff der Luft in Ozon verwandelt, dessen starke Oxydationskraft sämtliche organischen Stoffe verbrennt. Einrichtung und Bedienung des Systems ist einfach. 1 cm^3 Wasser braucht bis 2 g Ozon. Die Kosten dafür wurden früher auf etwa 28,8 Pfg. berechnet.

Die heutzutage immer mehr aufkommende Verwertung von Grundwasser kann zwei Unannehmlichkeiten mit sich bringen: starken Eisen- oder Mangangehalt des Wassers und zwar auch da, wo anfänglich wenig davon zu spüren war. Über 0,3 mg pro Liter soll der Eisengehalt nicht steigen. Das mit der Luft in Berührung kommende doppeltkohlensaure Eisenoxydul zerlegt sich an der Luft und unter Mitwirkung der sogenannten Eisenbakterien in Eisenoxydhydrat und Kohlensäure $2\,FeCO_3 + O + 3\,H_2O = 2\,FeO_3H_3 + 2\,CO_2$. Unter den Eisenbakterien hat namentlich die Crenothrix Kühniana wiederholt arge Kalamitäten veranlaßt, so im Tegeler Wasserwerk, wo sie so mächtig zur Entwicklung kam, daß sie sogar die Leitungen verstopfte.

Besonders schlimm gestaltet sich die Wasserreinigung, wenn schwefelsaures Mangan ins Grundwasser gelangt, da letzteres praktisch so gut wie gar nicht auszuscheiden ist. (Aus d. Böhm. Bierbrauer XXXIV, 1907, Nr. 6.)

Eine kombinierte Einwirkung von Durchlüftung und Durchlichtung bringt das System von Puech in Suresnes unterhalb Paris, woselbst das stark verunreinigte Seine-Wasser zur Wasserversorgung benutzt werden muß. Das Wasser der Seine fällt kaskadenartig von einem Filterbassin zum anderen tieferliegenden herab. Die vorläufig provisorische Anlage hat sich sehr gut bewährt. Während das trübe Rohwasser im Liter noch 3,1 mg organische Substanz aufwies, hatte das klare filtrierte Wasser deren noch 2,2 mg. Der gelöste Sauerstoff betrug im ersteren 5,6, in letzterem 11 mg. Die Zahl der Bakterienkolonien nach 15tägigem Stehen der Kulturen betrug 56139 im Rohwasser gegen 37 im Filtrat pro Kubikzentimeter. Daraus ergibt sich, daß eine Verminderung der organischen Substanz um 29%, eine Vermehrung

des gelösten Sauerstoffs um 96% und eine Verminderung der Keime um 99,94% eingetreten ist. Bemerkt sei, daß die auffallende Wirkung der Durchlichtung schon bei Gebirgsbächen beobachtet wurde; so hat sich herausgestellt, daß bei Nachtzeiten die Keimzahl meist doppelt so groß war als am Tage und zwar in der gleichen Entfernung von der Verunreinigungsstelle. Also am Tage ist die Selbstreinigung starkfließender Bäche eine auffallend große.

Für die Reinigung manganhaltiger Wässer, wie des Breslauer Grundwassers, das noch erhebliche Mengen von freier Schwefelsäure und Eisensalzen enthält, macht Dr. R. Gans folgende Vorschläge: 1. muß durch Rieselung eine vollständige Oxydation des Eisenoxyduls stattfinden. Da die Oxydation sich in neutralen Lösungen schneller vollzieht als in sauren, ist es vielleicht vorzuziehen, die Rieselung nach dem Vermischen mit fein verteilten natürlichen Kalziumkarbonaten (Kreide, Wiesenkalk, Mergel usw.) vorzunehmen. Die Oxydation muß eine vollständige sein, denn die natürlichen Kalziumkarbonate fällen aus den Sulfaten nur Eisenoxyd, nicht Eisenoxydul. Das Manganoxydul wird durch Kalziumkarbonate nicht oder nur in geringem Grade abgeschieden. 2. Nachdem durch letztere die freie Säure und das Eisenoxyd entfernt, wird der Eisenschlamm durch Filtration beseitigt. 3. Hieran schließt sich die Filtration des noch manganhaltigen Wassers durch Kalziumaluminatsilikat, das unter dem Namen „Permutil" von der Firma J. D. Riedel Act. Berlin in den Handel gebracht wird. Es kann bei einer Stärke der Silikatschicht von etwa 15 cm und einer stündlichen Geschwindigkeit von etwa 1000 mm filtriert werden. Die Silikate nehmen das Mangan im Austausch gegen Kalk auf und lassen es bei der Regeneration mit Chlorkalzium wieder in Lösung gehen. Auch dieser Prozeß läßt eventuell vorhandene Bikarbonate des Kalziums und Magnesiums im Wasser bestehen, und somit tritt eine Schädigung des Geschmackes nicht ein. Es wurde bei den Versuchen mit Breslauer Grundwasser ein neutrales Wasser gewonnen, das keine Spur von Mangan und Eisen enthielt und beim Kochen und Stehen an der Luft völlig klar blieb. Nach Gans-Berechnungen würden sich bei Annahme einer sechs- bis zehnjährigen Haltbarkeit der Aluminatsilikate die Unkosten für die Silikate bei 20000 Kubikmeter täglichen Wasserbedarfs auf etwa 10000 bis 20000 M. pro Jahr stellen und auf 0,14—0,28 Pfg. pro Kubikmeter. (Chemiker-Zeitg. Nr. 28, 1907, S. 355.)

Neuerdings sind Verfahren ausgearbeitet zur beliebigen Entsalzung jedes Wassers auf elektroosmotischem Wege von der sero-bakteriologischen Abteilung der Elektro-Osmose-A.-G. in Berlin und W. Windisch. Mehrere Apparate in verschiedenen Größen — der größte bis zu 200 hl Tagesleistung — sind bereits betriebsfertig. Mit Hilfe dieses Verfahrens ist man imstande, ohne Mitverwendung von Chemikalien sämtliche Salze des Wassers in beliebigem Grade zu entfernen, also auch den Gips, das Kochsalz, Bittersalz, Glaubersalz und die Nitrate. Es ist gelungen, auf diese Weise Wasser von der Reinheit des destillierten Wassers herzustellen. Die Entsalzung geht fast auto-

matisch vor sich; der Apparat erfordert fast gar keine Bedienung. Damit ist im Prinzip die Brauwasserfrage für alle Brauereien, die zur Herstellung ihres Bieres, und das ist in erster Linie eines hellen Hopfenbieres, ein Wasser vom Typus des Pilsener Brauwassers, also ein durchaus weiches und salzarmes Wasser, benötigen, praktisch gelöst.

55. Klärung und Reinigung städtischer Abwässer.

In diese gelangen recht verschiedene Dinge; da gibt es industrielle Abfälle von Gerbereien, Tuchfabriken, Brauereien usw. Gerbereiabwässer können leicht Milzbrandsporen enthalten; außerdem enthalten sie Gerb- und Farbstoffe aus den Gerbhölzern. Kleinere Gerbereien benutzen meist den Vorfluter selbst, um darin die Häute zu weichen, zu enthaaren und zu spülen.

Die Abwässer von Tuchfabriken enthalten Dextrin und Anilinfarbstoffe. Die Fasern werden z. T. aufgefangen. Brauereien haben selten besondere Reinigungsanlagen für ihre Abwässer.

Der allgemeine Vorgang in den Abwässern: Auftreten von Fäulnisprozessen, die durch Geruch und aufsteigende Gasblasen (H_2S) sich bemerkbar machen und das Ablagern von Schwefeleisen an den Ufern als Schlußeffekt. Wo die Mittel zur Durchführung neuer Abwässerreinigungsmethoden fehlen, empfiehlt sich, die alten Methoden beizubehalten, aber den Fabriken nahezulegen, ihre Abwässer durch ein besonderes Verfahren, z. B. das Rohland-Kolloidtonreinigungsverfahren, zu klären und zu reinigen.

Zur eigentlichen Reinigung und zur Nachklärung des nur mechanisch gereinigten Abwassers stehen das biologische und das Kolloidtonreinigungsverfahren zur Verfügung. Ersteres ist ziemlich teuer und erfordert viel Raum, letzteres hat diese Mängel nicht. Das ungereinigte und ungeklärte Abwasser einer mittelgroßen Stadt enthielt zahlreiche schwarze feste Bestandteile, z. T. Eisensulfid, hatte eine gelblich grüne Farbe und einen schwachen aber unangenehmen Geruch; seine Reaktion war schwach alkalisch.

Auf Zusatz von Neßlers Reagenz trat eine tiefbraune bis schwarze Färbung auf, ein Beweis dafür, daß noch zahlreiche N-haltige organische Kolloidstoffe in ihm enthalten waren. Bei Behandlung des Abwassers mit Kolloidton wurden die festen Stoffe rasch sedimentiert, Farbstoffe und Geruchstoffe absorbiert. Ein geringer Teil der organischen Stoffe wird auch chemisch gebunden. Das so gereinigte und geklärte Abwasser enthält fast nur noch anorganische Salze, so daß es unbedenklich in den Vorfluter (Bach, Fluß) geleitet werden kann. (Z. f. öffentl. Chemie, Heft XXIII, 1914.)

56. Das Essigälchen, Anguillula aceti. (Müll.)

Dies Tierchen hat die Essigsäure zu seinem Schutzpatron erwählt; fast jeder kennt es, und fast jeden belustigt es durch die Lebhaftigkeit und Zierlichkeit seiner Bewegungen, die schon mit bloßem Auge verfolgt

werden können. Noch mehr fesselt das Älchen unsere Aufmerksamkeit bei der mikroskopischen Betrachtung, ist es doch fast durchsichtig und daher die Arbeit aller seiner Organe deutlich zu verfolgen. Letzteres ist allerdings nur möglich, wenn das Älchen etwas zur Ruhe gebracht ist. Am einfachsten verfährt man so, daß man die mittels einer Handzentrifuge aus einem Essig gewonnene Älchenmasse zwischen Objektträger und Deckgläschen bringt und das letztere nach unten gekehrt über einer Sparflamme bis zu dem Augenblick erwärmt, wo man mit bloßem Auge

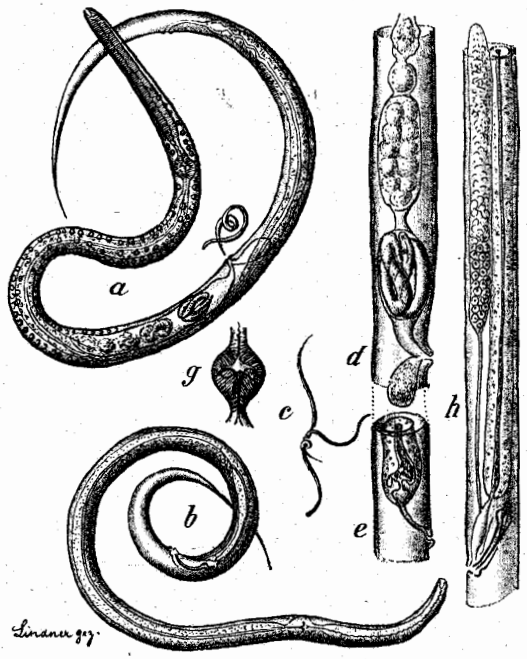


Abb. 37. Das Essigälchen. Anguillula aceti. *a* Weibchen, ein junges Älchen ist soeben ausgeschlüpft. *b* Männchen. *c* Männchen und Weibchen in der Kopulationsstellung. Das Männchen umschlingt peitschenschnurartig das Weibchen. *d* Weiblicher Genitalapparat mit einem bereits ausgebildeten Älchen und noch in der Entwicklung begriffenen Eizellen. *e* Ende des Darmkanals mit After. *g* Muskulöser Kaumagen. *h* Hoden und Darmkanal vom Männchen; beide oberhalb der beiden Begattungsborsten (Spiculae) ausmündend.

das Aufhören der schlängelnden Bewegungen wahrnimmt. In solcher Wärmestarre befanden sich auch die im Atlas dargestellten Essigälchen in den Bildern **Totila, Tundra, Tunis, Tusna** und **Tusnelda.**

Ein Älchen besteht eigentlich nur aus einer äußeren Leibeshülle, einem Darmkanal und dem Genitalapparate. Eine enge konische Mundhöhle führt zum muskulösen Schlund, an dessen Ende ein starkwandiger Kaumagen sitzt, dessen innere Wandungen oft eine ankerförmige Zeichnung erkennen lassen. Der Darmkanal ist fast so lang wie das Tierchen selbst und verläuft am hinteren Ende fast zickzackförmig. Sein Verlauf ist am besten zu studieren bei Älchen, die auf gekochten Kartoffelscheiben gezüchtet wurden. Bringt man Jodlösung zum Präparat, dann erscheint eine blaugefärbte Linie im Darmkanal. Die Älchen selbst haben bei der Berührung mit der Jodlösung ihre Bewegungen eingestellt und sich gerade gestreckt. Ein großer Teil der Älchen nimmt wegen reichlichen Glykogengehaltes eine rotbraune Färbung an.

Die sackförmigen Ovarien des Weibchens — gewöhnlich ein großes und ein kleineres — münden gemeinsam in der Mitte des Tierchens aus; in ihnen sieht man, reihenweise gelagert, noch völlig unentwickelte Eizellen, daneben solche mit angefangener Teilung und endlich die in dünnen Eihäuten liegenden, zumeist schon ungeduldig zappelnden Embryonen. Wenn man Glück hat, kann man wohl gerade die Geburt eines jungen Älchens beobachten. In dem kleineren Ovarium sieht man nur selten Entwicklungszustände; es scheint fast, als ob dies Organ mehr ein Receptaculum seminis darstelle.

Die Männchen sind leicht kenntlich durch zwei chitinöse Platten (Spiculae), die sich zur schmalen Borste verjüngen; sie werden bei der Begattung vorgestülpt und dringen in die Vulva des weiblichen Tieres ein. Die Samenkörperchen, kleine, kugelige, protoplasmatische, übrigens ziemlich schwierig erkennbare Gebilde, werden in einem sehr langgestreckten Hoden gebildet, dessen schmaler Ausführungsgang gerade vor den Spiculae liegt.

Bringt man eine ziemlich konzentrierte Älchenmasse in ein leeres Fläschchen und rollt dieses, bis sie einen gleichmäßigen dünnen Belag bildet, so kann man nachher beobachten, wie die anfangs regellosen Bewegungen sich ordnen und schließlich in gleichmäßigen Wellenlinien verlaufen. Weiterhin sieht man aber auch sternförmig gezackte leere Stellen sich bilden, die frei von Älchen sind.

Verteilt man Essigälchen in verflüssigter Gelatine und läßt diese zwischen Objektivträger und Deckgläschen erstarren, so werden sie keineswegs festgebannt an derselben Stelle verbleiben; sie bewegen sich nach wie vor weiter, wenn auch nicht mehr so lebhaft wie in einer leicht beweglichen Flüssigkeit. Es scheint fast, als würde die Gelatine nicht bloß zur Seite gedrückt, sondern auch verflüssigt.

Im nachfolgenden bringe ich einige Angaben von W. Henneberg aus einer längeren, interessanten Abhandlung „Zur Biologie des Essigaales", die in der Zeitschrift „Die deutsche Essigindustrie" 1899 veröffentlicht und auch als Sonderabdruck bei Paul Parey, Berlin, erschienen ist.

Die Vermehrung ist eine sehr große; bis 45 Junge wurden bei einem Weibchen beobachtet. Die Jungen wurden meist in der Eihaut geboren und erlangen in etwa 4 Wochen die Geschlechtsreife, können jedoch fast 300 Tage alt werden; bei unzureichender Nahrung bleiben sie klein und geschlechtslos. Durch ihre Bewegungen hemmen und stören sie die Bildung der Essighäute in den Weinessigfabriken.

Die Tierchen leben auch in breiartigen Substanzen und in Flüssigkeiten ohne Essigsäure, doch sterben sie sehr bald, wenn Fäulnis eintritt. In der Trubtonne einer Brauerei beobachtete Verfasser dieses Buches, daß die ganze Oberfläche des Trubs eine einzige, wimmelnde Älchenmasse bildete.

Erst bei weniger als 6% Essigsäure im Essig vermehren sie sich lebhafter; in 13,5%igem Essig lebten sie höchstens einen Monat. Bei 40—41° C tritt Wärmestarre ein, bei 3° Kältestarre. Das Optimum liegt bei 20—29°. Kurzes Einfrieren schadet ihnen nichts. Geringe Mengen Zitronen-, Butter- und Milchsäure werden gut vertragen; anorganische Säuren sind starke Gifte, ebenso wie Natronlauge und Jod. 15% Alkohol vertragen sie noch gut; bei 20% fallen sie in einen Betäubungszustand, bevor sie absterben.

Der menschliche Magensaft scheint auf sie keine Einwirkung zu haben, dagegen der alkalisch reagierende Darmsaft. Nach dem Tode der Älchen ist im Leibe derselben oft ein sich mit Jod blaufärbender stärkeartiger Körper nachzuweisen. In reinem Wasser, in Erde können sie

nicht lange leben; auch Trockenheit vertragen sie nicht. Daher können Essigfliegen zu ihrer Weiterverbreitung nur innerhalb der Fabrikräume in Betracht kommen.

Kaltes Lagern des Essigs unter 15° und in vollgefüllten, gespundeten Fässern läßt die Älchen nicht aufkommen, zumal wenn der Essig über 10% Essigsäure enthält. Ein bequemes Mittel, im Haushalt sie abzutöten, ist in der Erwärmung der betreffenden Flasche auf etwa 45° C gegeben.

Lindner und Wüstenfeld haben 2—3 Wochen lang jeden Vormittag gegen 250000 lebende Essigälchen verzehrt, um zu beweisen, daß ihr Genuß völlig unschädlich. In den Exkrementen waren sie nicht mehr nachzuweisen, sind also ganz verdaut worden. Gesundheitlich waren sie ohne jede Einwirkung. (Z. f. Essigind. 1915 Nr. 11.) Meißner beobachtete die Älchen einmal in starker Entwicklung in einer Moselweinkelterei und in hölzernen Abfüllhähnen, in denen etwas Wein zurückgehalten war. („Mikroskopische Bilder des Mostes und des Weines". Eugen Ulmer, Stuttgart 1923, 3. Aufl., S. 116.)

Neben dem typischen Vertreter der Gattung Anguillula, Anguillula aceti (Müll.), ist noch die Varietät dryophyla Leuck. des Essigälchens, sowie Ang. Ludwigii de Man zu erwähnen, welche beide in dem weißen Schleimfluß der Eichen leben. Als dritte Art kommt noch Ang. Silusiae hinzu, welche der Ang. Ludwigii nächstverwandt ist, sich aber von ihr durch die Gestalt der Spiculae auf den ersten Blick unterscheidet. Diese Art wurde von Dipl.-Brauerei-Ingenieur Carl Jahn in Bierfilzen aus der Stadt Schleusingen in Thüringen entdeckt und gezüchtet. Eine ausführlichere Beschreibung von A. Silusiae mit Zeichnungen hat de Man in den Annales de la Société royale zoologique et Malacologie de Belgique XLVIII, 1914, gegeben.

Im „braunen" Fluß der Roßkastanie, der durch Torula monilioides erzeugt wird, lebt Diplogasterioides Spengelii, im „schwarzen" Pilzalgenfluß der Buche (Fagus silvatica) Mononchus muscorum (de Man).

In den Pilobolussporangien, die auf Pferdeäpfeln sich meist entwickeln, findet sich oft in Massen eine Rhabditis terricola (600 bis 800 μ lang). (Z. f. Bakt. II. 39, Nr. 1/3, S. 74.)

Von den Essigälchen durchaus verschieden sind die auf Getreide oder in Kartoffeln oder Rüben parasitisch lebenden Nematoden.

Die Radenkörner oder Giftkörner des Weizens sind durch Einwanderung und außerordentliche Vermehrung des „Weizenälchens" (Tylenchus scandens Schneid.) entstanden; sie sind nur halb so groß wie normale Körner und fallen durch die gelbfleckige, dicke, holzige Schale und die darin eingeschlossene weißliche, faserig-markige Substanz auf. Letztere besteht lediglich aus Tausenden von verschlungenen Älchen, von denen ein jedes bis 1 mm lang ist. Die Radekrankheit vernichtet oft 50—75% der Ernte. Daß auch auf den Feldern mit „neu eingeführtem Samen" die Krankheit auftritt, kann nicht wundernehmen, da die Landwirte meist die kranken Abfälle an das Geflügel verfüttern, auch Hamster, Mäuse und Ratten für Verbreitung sorgen, zumal die Älchen den Darm dieser Tiere z. T. lebend passieren. Selbst nach 30jähriger Trockenheit werden die Älchen beim ersten Anfeuchten sofort wieder lebendig.

Das Gerstenälchen (Tylenchus hordei) zerstört oft die halbe Gerstenernte; es erzeugt Wurzelanschwellungen mit hakenförmig gekrümmten Gebilden. Sandweizen,

Elymus arenarius, leidet sehr durch dasselbe Älchen, ist daher eine gefährliche Nachbarschaft für Gerstenfelder.

Das Stockälchen des Roggens und Hafers (Tylenchus devastatrix) bewohnt wieder ausschließlich Stengel und Blattorgane der Pflanzen, und die Folge davon ist der eigentümlich stockige Wuchs der befallenen Teile. Der durch den Parasiten ausgeübte Reiz, welcher das abnorme Wachstum erzeugt, pflanzt sich auf den ganzen Trieb

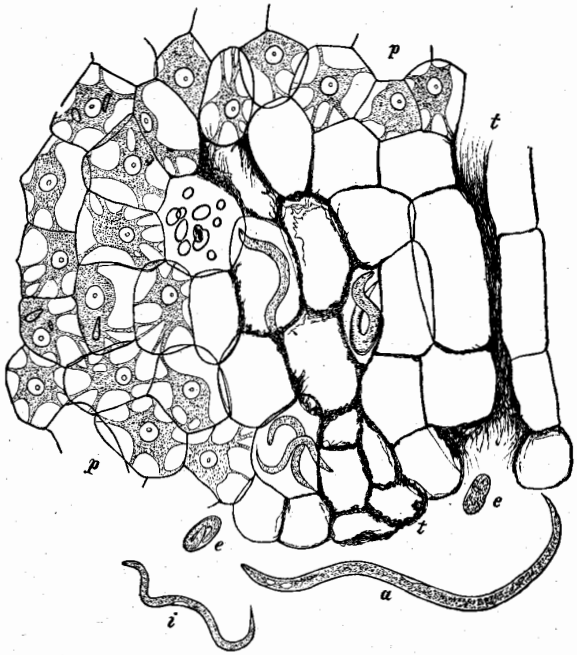


Abb. 38. Durchschnitt durch ein Nematodennest einer Kartoffel: *tt* die toten Partien: in den Zellen derselben die eingedrungenen Älchen; bei *ee* einige herausgefallene Nematodeneier; bei *i* und *a* junge und alte Älchen. Die das Nematodennest umgebenden lebenden Zellen *p* bis *p* haben ihre Stärkekörner ganz verloren, aber ihr Protoplasma vermehrt und den Zellkern vergrößert. 110fach. (Aus Franks Kampfbuch.)

fort, auch wenn der letztere nicht überall mit Nematoden besetzt ist. Von anderen Älchen sind diese durch einen Mundstachel ausgezeichnet, durch den die Zellen angebohrt werden können.

Die Rübennematoden haben 1911 fürchterlich gehaust. Äcker, die 1903 158 dz pro ha Rüben gaben, gaben 1911 nur 31 dz. Solange die Tiere in starker Vermehrung begriffen, nutzen alle Gegenmittel nichts.

Auch in den Kartoffeln kann diese Art sich einnisten und die „Wurmfäule" oder „Nematodenfäule" erzeugen. Die angebohrten Zellen verlieren den Turgor und bräunen sich, enthalten aber die Stärkekörner ziemlich unverändert. Die Erschlaffung der Zellen hat ein Einsinken der Schalen im Gefolge.

57. Blatt- und Schildläuse.

Die Blatt- und Schildläuse sind in mehrfacher Beziehung interessante Objekte für die mikroskopische Beobachtung. Ihre allgemeine Verbreitung draußen in der Natur macht sie uns leicht zugänglich. Fast jede Pflanze dient der einen oder anderen Art zum Aufenthalt und als

Nährboden. In erster Linie sind es die grünen Blätter oder die saftigen Stengel, die sie befallen und ihrer zucker- und eiweißhaltigen Säfte zu berauben suchen. Zum Aufbau der Embryonen werden letztere bevorzugt, jene als minder wichtig wieder ausgespritzt, allerdings in konzentrierter Form. Da die Läuse keine besondere Muskelarbeit leisten, also faule, träge Tiere sind, brauchen sie eben nur ein Mindestmaß von Kohlehydraten. Da sie die Unterseite der Blätter bevölkern, fallen die Zuckerspritzer auf die Oberseite der darunter gelegenen Blätter. Wir bekommen so die Erscheinung des „Honigtaus", von dem die Alten glaubten, er falle vom Himmel, um den Bienen zur Nahrung zu dienen.

Die Einrichtungen der dazu benötigten Stech- und Saugorgane sind sehr kompliziert und wegen des außerordentlich feinen Baues noch nicht hinlänglich genau erforscht. Jedenfalls weiß man, daß die Saugborsten, die sich zu dünnen Kapillarröhrchen zusammenschließen, tief in das Pflanzengewebe eindringen und in der Mehrzahl der Fälle die Gefäßbündel aufsuchen, in denen der Säftestrom am stärksten ist. Der Einstich erfolgt gewöhnlich zwischen zwei Epidermiszellen der Hauptnerven. Eine Kapillare von solch kleinem Kaliber, wie es diese Saugröhren besitzen, würde unmöglich imstande sein, die Pflanzengewebe zu durchbohren, wenn nicht besondere Vorkehrungen von dem Insekt getroffen würden, die ein Umbiegen und Einknicken der Röhre verhindern. In einer sehr interessanten Studie über den Honigtau[1]) hat Büsgen gezeigt, daß von vielen Blattläusen, die aus größerer Tiefe im Pflanzengewebe ihre Nahrung holen, besondere Sekrete ausgeschieden werden, die zu einer mehr oder weniger festen Röhre erstarren, in der dann die Saugborsten vor und zurück gleiten können. Sie funktionieren innerhalb einer solchen Führung ähnlich wie der kleine Drahtstift einer Heftmaschine, der, weil er nicht nach der Seite ausbiegen kann, die Papierlagen durchbohren muß. Dieses Sekret dient aber auch dazu, die Wunden, die das Tier der Pflanze beigebracht hat, zu schließen. Andernfalls würden sich die Blätter bald verbluten und damit auch den Läusen die Existenz untergraben sein. Die angestochenen Zellen zeigen im allgemeinen Bräunungserscheinungen.

Wir sind manchmal erstaunt über die Menge von Blattläusen, die wir auf den Blättern und Stengeln dichtgedrängt antreffen, aber noch mehr darüber, daß die Pflanze nicht sogleich diesem Massenangriff unterliegt. Das scharenweise Auftreten dieser Läuse hängt mit ihrer schnellen Vermehrungsfähigkeit zusammen. Die Schädigungen, die sie anrichten an jungen Trieben und Blättern der Obstgehölze und Beerensträucher, an Feldbohnen und Zuckerrüben, sind so erheblich, daß ein merklicher Ernteausfall damit verbunden.

Die Blatt-, Woll- und Blutläuse, die Schild- und Kommaschildläuse kommen schon an hellen Wintertagen, wo die Sonne allmählich höher steigt und sich das Erdreich allgemach erwärmt, aus ihren Schlupfwinkeln hervor oder werden doch wenigstens für das unbewaffnete Auge sichtbar, und jetzt ist es Zeit, in vorbeugender Weise den Vernichtungskrieg gegen sie zu beginnen.

An den Zweigen der Weinreben zeigt sich des öfteren ein schwarzer Staub, gleichsam als wäre der Zweig mit Schießpulver bestreut. Bringen wir aber diesen Zweig in das warme Zimmer, so schlüpfen schon nach wenigen Tagen kleine Tierchen aus diesen schwarzen Pünktchen aus: die jungen Läuse. Ähnliche Erfahrungen können wir an den Zweigen unserer Apfelbäume machen, auf deren Rinde wir kleine, kommaförmige Gebilde haften sehen: die Überwinterungsformen der Kommaschildlaus. Ähnlich überwintern auch die Blatt- und Wollläuse; der gefürchtetste Schädling unserer Obstkulturen aber, die Blutlaus, überwintert in den rissigen Schlupfwinkeln der Baumrinde und im Boden. Diesen Überwinterungsherden muß man jetzt nachspüren und Brut und Muttertiere vernichten.

Wo man im Vorjahre schon Blutläuse an seinen Apfelbäumen hatte, sind die Blutlausstellen, die ja an der schorfigen Beschaffenheit gut zu erkennen sind, tunlichst abzu-

[1]) Der Honigtau. Biologische Studien an Pflanzen und Pflanzenläusen. Mit zwei lithographischen Tafeln. 1891. Verlag Gustav Fischer, Jena.

schneiden und zu verbrennen, denn hier überwintern Millionen mikroskopisch kleiner Blutlauseier. Dann ist die Baumrinde mit scharfer Bürste gut zu reinigen, am Boden rund um den Baum aber ein altes Laken auszubreiten, damit alles, was vom Baum abgekratzt wird, auf dieses fällt, hier mühelos gesammelt und ebenfalls verbrannt werden kann.

Am Fuß des Baumes hebe man vorsichtig die Erde einen Spatenstich tief um den Stamm herum aus, bringe sie in ein großes Feuer und glühe sie aus, damit alle Eier und Muttertiere, die sich hier befinden, vernichtet werden. An Stelle der fortgenommenen Erde bringe man anderen Boden, damit die Wurzeln des Baumes nicht erfrieren. Ebenso reinige man alle Äste und Zweige, an denen man Blatt-, Woll- oder Schildlausherde entdeckt, unter ähnlichen Vorsichtsmaßregeln. Beim Verbrennen des aufgefangenen Staubes merkt man an dem vielfachen leichten Knistern, daß es Eier der Läuse sind, die da platzen. Nach beendeter Reinigung des Baumes ist ein guter Lysol-Kalkanstrich nötig, bis in die starken Äste hinauf (auf 1 Liter Kalkbrühe 40 g Lysol).

Im März-April ist beim Ausschlüpfen der Blatt- und Blutläuse eine Bespritzung der Bäume mit einem Gemisch von 3 Teilen Tabakextrakt, 6 Teilen gewöhnlicher Schmierseife, 30 Teilen Wasser und 5 Teilen Brennspiritus angezeigt. Das Ganze verdünnt man dann noch mit 150 Teilen Wasser und spritzt diese Flüssigkeit auf die Baumkrone bei möglichst trocknem, windstillem Wetter.

Starke Blutlausherde am Stamm, die man nicht entfernen konnte, bepinselt man mit Leinöl, damit unter der Ölschicht alle Eier, junge Blutläuse und vorhandene Muttertiere ersticken. Gegen Wolläuse, die eine Wachsschicht an ihrem Körper ausscheiden, unter deren Schutz ihnen so leicht nicht beizukommen ist, kann man die Spritzflüssigkeit noch etwas verstärken, indem man 1 Teil Tabakextrakt, 1 Teil Schmierseife und 1 Teil Spiritus mehr nimmt, als oben angegeben. Bei anderen Blattläusen auf Kulturpflanzen kann man mit 1 Teil Tabakextrakt, 1 Teil Schmierseife und 50 Teilen Wasser als Spritzflüssigkeit gute Erfolge erzielen. Auch bei der Raupenplage kann sich der Gartenfreund leicht helfen, indem er ein gutes Spritzmittel aus 500 g pulverisierter Nieswurz, 750 g Schmierseife und 150 l Wasser zusammenmischt. Das Nieswurzpulver muß erst mit wenig Wasser zu einem dicken Brei verrührt und dann dem Seifenwasser zugesetzt werden. (Nach Franz Rochau, Berlin.)

Wer Ameisen in seinem Garten hat, muß darauf bedacht sein, mit den Läusen zugleich auch diese zu bekämpfen und zu vernichten; denn die Ameisen verschleppen die Blattläuse nicht nur von einem Baum zum anderen, sondern auch von einem Grundstück zum anderen, und da ist es denn kein Wunder, wenn der eine Gartenbesitzer sich abquält und der Plage doch nicht Herr wird, weil eben sein Nachbar müßig zusieht und die Hände in die Taschen steckt, anstatt ebenfalls das seinige zur Bekämpfung zu tun.

Der Schaden, den die Blatt- und Schildläuse den Kulturgewächsen zufügen, ist erheblich. Als wirksamen Gegner hat man insbesondere den Marienkäfer und seine Larve erkannt. Sajo berichtet über die Verwendung einer besonderen Art Marienkäfer, die im amerikanischen Felsengebirge vorkommt und massenhaft zur Vertilgung von Blatt- und Schildläusen sowie anderer Insekten, darunter auch Käferlarven, in den Pflanzungen der Farmer in den Niederungen Verwendung findet. Diese Käferart wird als Hippodamia convergens bezeichnet. Charakteristisch für diese Art ist, daß sie sich im Spätherbst in das nahe Gebirge zurückzieht, um den Winter in einer Kältestarre zuzubringen. Es werden richtige Expeditionen von Sammlern unternommen, die mit dem nötigen Sammlervorrat, Säcken und Versandkisten ins Gebirge ziehen und dort ihre Baracken aufschlagen. Von diesen aus gehen sie morgens in die steilen Felsen und Klüfte, um erst abends mit schwerer Last heimzukehren. Die Käfer kommen in großen Haufen zusammengedrängt vor, und die Ausbeute ist deshalb stets reichlich, sofern man nur Bescheid weiß, an welchen Stellen sie sich angesammelt haben. Die Käfer werden von den beigemischten Laub- und Nadelstücken, sowie von allen anderen Pflanzenbruchstücken abgesiebt und in einen Sack verstaut, wie Erbsen und Bohnen. Da die Käfer ihre Beine fest an den Körper anschmiegen und vollkommen unbeweglich sind, lassen sie sich ebenso in einen Sack bringen wie Getreide. Je zwei Sammler können täglich 50—100 Pfund Käfer sammeln. In den Baracken findet das weitere Dosieren der Käfer statt. Je eine Dose besteht aus rund 33000 Käfern, einer Zahl, die gerade für 10 Acres bestimmt ist. Die betreffende Kiste ist 13 engl. Zoll lang, 8 Zoll breit und 12 Zoll tief. Die Käfer werden nicht gezählt, sondern

mit automatischen Wagen gewogen. Sie dürfen vor Mai nicht erwachen, weil in den Melonen- und Obstanlagen die Pflanzenläuse erst im Mai auftreten. Tritt die wärmere Temperatur ein, so bringt man die Käfer aus dem Gebirge in die Niederung, wo sie in Kaltlagerhäusern die bestimmte Stunde abwarten müssen, in der sie dann in Freiheit gesetzt werden. Die Kosten des Sammelns und Aufbewahrens bestreitet die State Commission of Horticulture des Staates Kalifornien. Alle Interessenten erhalten die Käfer ganz unentgeltlich. Der Erfolg dieser Maßnahmen hat alle Erwartungen übertroffen. Melonen- und Obstbaumzüchter stimmen darin überein, daß ein weiterer menschlicher Eingriff zur Vertilgung der Pflanzenläuse dadurch entbehrlich geworden sei. Eine Abnahme der Käfer im Gebirge hat nicht stattgefunden, jedenfalls weil die Tiere im Herbst ganz von selbst sich in die Gebirge zurückziehen. Von europäischen Marienkäfern kann nur die Coccinella septempunctata, der sog. Siebenpunkt, in Betracht kommen. Sie kommt aber nicht in gedrängten Massen, sondern zerstreut vor. Auf Luzernefeldern läßt sich aber die jüngere Generation in besonderen Käfersäcken in ganzen Mengen fangen. Hoffentlich läßt sich auch bei uns diese Art gegen die Pflanzenläuse, die ja besonders stark in den Hopfenfeldern vorkommen, einmal nutzbringend verwenden. Man kann auch daran denken, andere Käfersorten gelegentlich zu züchten, um sie auf Pflanzenläuse oder Milben zu hetzen. Von dem Getreideschmalkäfer, Silvanus frumentarius, der sich in manchen Mälzereien massenhaft eingebürgert hat, wird z. B. angegeben, daß er ein ausgezeichneter Milbenvertilger ist. Vielleicht, daß man auch Schlupfwespen einmal künstlich züchtet und an Landwirte abgibt. (Aus Prometheus, Nr. 1195/96.)

Wenn wir eine Blattlaus oder Schildlaus zerquetschen, dann finden wir nicht selten 40—50 und darüber Eier darin, die in den verschiedensten Entwicklungsstadien sich befinden. Hier bietet sich eine selten schöne Gelegenheit, uns über den Gang der Entwicklung einer Eizelle bis zum fertig ausgebildeten Individuum zu orientieren.

Wir sehen, wie in den noch nicht differenzierten Eiern ein reiches Nährstoffmaterial untergebracht ist: eine große Menge stark glänzender Fettkügelchen neben reichlich vorhandenen Plasmamassen.

Dann sehen wir an andern Eiern, wie allmählich Furchungen auftreten, Augenflecke sich bilden und schließlich der Kopf und die Beinpaare ihre definitive Gestalt gewinnen. Auch zum Ausschlüpfen reife Individuen finden wir vor, die bereits Bewegung zeigen. Fürwahr, ein einziges Blatt- oder Schildlauspräparat würde wochenlang uns beschäftigen können, wollten wir alles genau studieren.

Den ganzen Sommer über hält die Vermehrung der Blatt- und Schildläuse an; warme, feuchte Witterung ist besonders günstig dafür. Die Sommergenerationen sind ungeschlechtlich erzeugt; die Eier sind, ohne befruchtet worden zu sein, ausgereift. Man spricht hier von Jungfernzeugung (Parthenogenesis). Im Herbst erst treten bei den Blattläusen in den ungeschlechtlich erzeugten Generationen (Ammengeneration) Männchen (geflügelt) und Weibchen auf, die sich paaren. Letztere legen dann Eier ab, die befruchtet sind und nach der Überwinterung die Frühjahrsgeneration geben.

Nahrungsüberfluß begünstigt die ungeschlechtliche, Nahrungsmangel die geschlechtliche Vermehrung, indem vorzeitig geflügelte Männchen entstehen.

Wir haben bei den Blattläusen solche, welche lebende Junge gebären (vivipare), und solche, welche nur Eier ablegen (ovipare).

Bezüglich der Vermehrungsfähigkeit der Blattläuse hat man ausgerechnet, daß die Nachkommenschaft von einem Blattlausweibchen bei unbehinderter Vermehrung im

Laufe eines Jahres eine Masse geben würde, welche mehr Raum als unsere Erdkugel beanspruchen würde. Nach einer anderen Berechnung würde aus 1 Weibchen in der 5. Generation eine Nachkommenschaft von etwa 6 Milliarden Individuen entstanden sein.

Bouché sah eine Rosenblattlaus 4 Tage lang jeden Tag 15 bis 20 Junge gebären.

Während eine große Zahl Blattläuse auf ein und derselben Wirtspflanze ihre ganze Entwicklung durchmacht, verteilt sich dieselbe bei anderen auch auf einige Zwischenpflanzen, wobei die Blattlaus mancherlei Veränderungen erleidet, so daß frühere Autoren diese Zwischenpflanzenläuse als besondere Arten beschrieben haben. So kommt die Faulbaumblattlaus (Aphis padi Kabl. = Aphis avenae Fabr.) auch auf den Blättern von Gräsern, Hafer, Weizen, Gerste vor und ruft an diesen durch ihr Saugen Blattrollung hervor. Ende Mai verläßt die Laus den Faulbaum, und Mitte August findet die Rückwanderung auf den Faulbaum statt, wo die Wintereier abgelegt werden.

Die Hopfenblattlaus (Phorodon humuli Schr.) saugt an den Blättern und jungen Trieben des Hopfens. Die befallenen Blätter welken, verkümmern, verfärben sich dunkel und fallen vorzeitig ab. Der Doldenansatz bleibt meist nur gering. Die Laus wandert im Mai und Juni von ihren Hauptnährpflanzen, den Zwetschgen-, Reineklauden- und Schlehenbäumen auf den Hopfen über und kehrt im August und September auf die Bäume zurück.

Die Kartoffelblattlaus, Siphonophora solani, saugt an den Kartoffelblättern, auf deren Unterseite gelbliche Flecken entstehen, denen auf der Oberseite schwache, später braungefärbte Auftreibungen entsprechen. Die Laus wandert wahrscheinlich vom Quittenbaum aus auf die Kartoffel. Die Rosenblattlaus, Siphonophora rosae L., saugt auch an den Stengeln der Kratzdistel. Die Birnblattlaus (Aphis piri Koch = A. farfarae Koch) wandert auf die Wurzeln des Huflattichs.

Die Pfirsichblattlaus (Rhophalosiphum persicae = R. dianthi Schr.) bevorzugt als Zwischenpflanzen Reseden, Geranien, Mesembrianthemen, in Warmhäusern auch Oleander, Nelken, Hyazinthen, Tulpen, Fuchsien, Brunnenkresse. (M. Schwartz, Flugblatt Nr. 51 der Kaiserl. Biol. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Verlag Paul Parey.)

Blattläuse sind als Überträger von Kartoffelkrankheiten durch Quanger erkannt worden. Blattläuse von gesunden Kartoffeln auf andere gesunde übertragen, hatten weiter keinen Nachteil zur Folge, während solche von kranken Stauden die gesunden infizierten, was allerdings erst im nächsten Jahr in Erscheinung trat. Die Krankheit vererbt sich also durch die Knollen. In windigen Gebieten kommen Blattläuse weniger auf, als in wärmeren, windfreieren Gegenden.

Die Krankheitserreger, auch bei der Blattrollkrankheit, die durch eine krankhafte Veränderung des Siebteils zustande kommt, sind noch nicht ermittelt.

Für die Erzeugung von Pflanzkartoffeln gilt enges Pflanzen, Anbau in gesunden Lagen und frühzeitiges Ernten, etwa 2—3 Wochen vor dem völligen Abreifen.

Blatt- und Schildläuse haben wir schon als Erzeuger des sogenannten Honigtaus erwähnt, der bei feuchtem Wetter das geeignetste Nährmaterial für die verschiedensten Rußtaupilze liefert, denen eine grünlich-schwarze Färbung der Zellmembranen eigentümlich ist. Eine derartige schwarze Kruste nimmt aber dem Blatt das zur kräftigen Assimilation nötige Licht weg, schädigt also die Pflanze in ihrem Ertrag.

Man behandelt ein mit Rußtauflecken behaftetes Blatt mit Alkohol, bis das Chlorophyll herausgelöst ist, und taucht es dann in Jod-Jodkaliumlösung. Die mit Stärke angefüllten Zellen färben sich dunkelblau bis schwarz; die stärkefreien bleiben hell. Bei dem Rußtaublatt wird also jetzt dort, wo der Rußtau gesessen hat, das Blatt hell bleiben; dort, wo kein schwarzer Belag vorhanden war, wird sich das Blatt jetzt schwärzen.

Zu dieser verminderten Assimilation kommt bei den Blättern noch der Verlust des zuckerhaltigen Saftes hinzu, der gar nicht so gering ist. So sammelte Boussingault von 1 Quadratmeter Blattfläche eines Lindenbaumes 22,34 g Honigtau. Die ganze Linde mit etwa 24000 Blättern hätte somit einen Gesamtertrag von 2—4 kg Honigtau geliefert (Trockensubstanz), der aus 48,56% Rohrzucker, 28,59% Invertzucker und 22,55% Dextrin bestand.

Nach einer weiteren Berechnung hätten diese Honigtaumengen hingereicht, um mindestens 4000 neue Blätter zu bilden.

Mitunter ist die Absonderung des Honigtaus durch die Blattläuse so außerordentlich stark, daß bei einer günstigen Stellung der Sonne man den feinen Sprühregen schon mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Auch kommt es nicht selten vor, daß sonst herrliche Alleen von Linden- oder Ahornbäumen kaum zu passieren sind, ohne daß Kleider und Sonnenschirme davon schmutzig und klebrig werden. Die Bänke unter solchen Bäumen ebenso wie Trottoire sehen oft wie mit Glasur überzogen aus.

Welche Leistung die Blatt- und Schildläuse vollbringen, kann man der Angabe entnehmen, daß die kleine Insel Hawai jährlich gegen 600 t Honig produziert hat, von denen nicht mehr als 200 t als Blütenhonig charakterisiert werden konnte, die übrigen 400 t waren entweder echter Honigtauhonig oder ein Verschnitt von diesem mit wenig Blütenhonig. Ersterer stammt von den Ausscheidungen des Zuckerrohrblattflohes, Perkinsiella saccharida, und der Blattlaus, Aphis sacchari; auch Schildläuse treten häufig auf und spritzen Honigtau aus. Dieser wird von den Honigbienen eingesammelt, verändert und in den Waben aufgespeichert. Hinsichtlich der Backeigenschaft haben die Bäcker gefunden, daß die weißen Honige viel von ihrer Honigeigenschaft im Ofen verlieren, während dies bei dem Honigtauhonig nicht der Fall ist. Auf dem Newyorker Markt erhalten die Imker von Hawai sogar etwas höhere Preise.

Bedeutenden Schaden richten die Blattläuse in Hopfenkulturen an.

Remy hat in W. f. Brauerei, 1896, 45, S. 1179 als Gegenmittel Dr. Krügers Petroleumemulsion bewährt gefunden. Der Ertrag bei nicht bespritzten Stöcken betrug durchschnittlich 10 g, bei zweimal mit Petroleumemulsion (Chemische Fabrik Dr. Küstenmacher, Steglitz b. Berlin) 35 g. Obwohl der Erfolg in die Augen springend, werden die Kosten des Verfahrens doch nur gedeckt bei einem genügend hohen Preise des Hopfens.

Nach neueren Beobachtungen soll der Honigtau aus dem After der Tiere herausgespritzt werden, nicht, wie man bisher glaubte, aus den sogenannten Honigröhren oder Honigtrompeten. Diese sollen vielmehr nach H. Burmeister eine schmierige Flüssigkeit (flüssiges Wachs) ausspritzen, durch welche die Feinde der Tiere, Schlupfwespen oder die Larve des Marienkäfers (Coccinella), abgeschreckt und deren Kiefer verklebt und gelähmt werden sollen.

Wegen der Zucker absondernden Eigenschaft haben sich die Blatt- und Schildläuse aber auch viele Freunde erworben, so vor allem die Ameisen, welche begierig den Honigtau auflecken und die Blattläuse durch sanfte Berührung zu neuer Absonderung reizen, ja sie selbst in ihre Wohnungen verschleppen und dort als „Milchkühe" zeitweise einstellen.

Da Ameisen gegen manche Pflanzenfeinde eine vorzügliche Schutztruppe sind, könnte man daran denken, daß das Auftreten von Blattläusen für die Pflanze Vorteil bringe. Im allgemeinen werden die Nachteile hier aber überwiegen. Eine wiederholt gemachte Erfahrung ist es auch, daß auf Früchten, die mit solchem Zuckerbelag versehen worden sind, sich auch leicht parasitische Pilze ansiedeln, so z. B. die Botrytis cinerea, welche sowohl für die Weintrauben wie für unsere Obstsorten verheerend auftreten kann. In blattlausarmen Jahren soll auch die Gefahr des Schimmelns beim Obst geringer sein.

Auch Nadelhölzer haben ihre Schildläuse, z. B. Physokermes abietis, deren Honigtau von Bienen und anderen Insekten eingesammelt wird. Letztere naschen von allen Säften, so z. B. auch vom Saftfluß der bierbrauenden Bäume; ferner von den Ausscheidungen der Spermogonien der Rostpilze, z. B. Peridermium giganteum.

1868 wurde von Australien oder Neu-Seeland nach Kalifornien eine Schildlaus (Icerya Purchasi) eingeschleppt, die sich sofort über die Orangen- und Zitronenplantagen ausbreitete unter ungeheurer Vermehrung. Da die Kulturen sehr bald unter den Angriffen der Schildläuse zu leiden hatten und völlig zu verkümmern begannen, so traten schwere wirtschaftliche Schäden ein, daß man ernstlich daran dachte, die Plantagen aufzugeben.

Die Entomologen forschten nach der Heimat der Icerya und stellten Australien als solche fest. Dort lebt der natürliche Feind, ein kleiner Käfer Novius cardinalis.

Man züchtete ihn und ließ ihn auf die Schildlaus los; hält ihn jetzt ständig in Kulturen vorrätig.

Literatur über Schildläuse: Dr. Lindinger-Hamburg: „Die Schildläuse (Coccidae) Europas, Nordafrikas und Vorderasiens mit Anleitung zum Sammeln, Bestimmen, Aufbewahren." Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Brauereien, die mit offenen Kühlschiffen arbeiten, sollten zur Zeit des Auftretens von Honigtau und dann des Rußtaues recht vorsichtig sein, daß ihnen an windigen Tagen nicht zuviel von dem trockenen Pilzstaub zufliegt. Es entwickelt sich die hefenähnliche Generation des Rußtaupilzes, Dematium pullulans, welche die Würze nach kurzer Zeit fadenziehend macht.

Man muß auch daran denken, daß der Erdboden unter solchen Bäumen in dem durch den Regen herabgespülten Zucker eine reichliche Mikrobenvegetation entwickeln muß. Zahlreiche Hefenfunde im Erdboden von Java durch de Kruyff.

Während die Blattläuse auf den Blättern frei herumlaufen, sind die Schildläuse fest an ihren Ort gebannt, nachdem sie sich einmal festgesaugt haben. Eine Folge davon ist, daß die Honigtautropfen dann immer in derselben Richtung weggespritzt werden und auch an derselben Stelle niederfallen. So kann man z. B. oft an Myrten, die von der Lecanium-Schildlaus befallen sind, beobachten, daß größere Perlen des eingetrockneten klebrigen Zuckers allenthalben an den Blättern und Zweigen hängen.

Feinde der Blatt- und Schildläuse. Schlupfwespen und Raubfliegen legen Eier in oder an Schildläuse. Als Insekten, welche den Blattläusen nachstellen, sind bekannt: 1. Die Sonnen- oder Blattlauskäfer, von denen der Siebenpunkt Coccinella septempunctata besonders häufig. H. v. Schilling beobachtete, daß eine Larve derselben in $9^1/_2$ Stdn. 244 Blattläuse verzehrte. 2. Die Schwirrfliegen. Ihre Larven packen eine Blattlaus nach der anderen an deren zugespitztem Kopfende, heben sie empor, saugen sie aus und lassen die leere Haut fallen. Die Larven von Catalomba selenitica (Schwebfliege) sind besondere Blattlausjäger. 3. Die Florfliege Chrysopa vulgaris. 4. Entomophtora Aphidis, eine Pilzart. 5. Schlupfwespen aus der Familie der Chalcididae und der Gattung Pteromalus. Beide legen ihre Eier in die Läuse ab, und die auskriechenden Larven fressen dann die fetten Läuse leer. Auch manche Raubfliegen verhalten sich ähnlich.

1911 trat die schwarzgeflügelte Blattlaus in der Provinz Sachsen massenhaft auf, um dann innerhalb kurzer Zeit so gut wie ganz zu verschwinden infolge des Aufkommens von Blattlausfeinden, besonders der Entomophtora, einer Saprolegnie und der Marienkäfer; von letzteren wurden beobachtet: Adalia bipunctata, Coccinella septempunctata u. C. mutabilis, quinquepunctata.

Blatt- und Schildlaussymbionten. Vgl. auch S. 147.

Die eben erwähnte Lecanium-Schildlaus[1]), die Verf. zuerst auf Myrten fand, interessiert uns aus einem besonderen Grunde. Sie ist nämlich stets von einer eigenartigen Hefe begleitet, die mit ihr von Jugend auf zusammen lebt. Verf. hat diese Hefe wegen ihres parasitischen Charakters Saccharomyces apiculatus parasiticus genannt. S. Centr. f. Bakt. II, Bd. 1, S. 782, 1895; ferner Wochenschr. f. Br. 1907, Nr. 3. Die ursprüngliche Bestimmung der Schildlaus als Aspidiotus hat sich als irrig erwiesen.

Da fast jeder Myrtenstrauch oder jeder Lorbeer- oder Oleanderbaum unsere Schildlaus auf sich birgt, ist sie jederzeit, auch im Winter, zu beschaffen; auch auf Efeu ist sie gefunden worden. Außer auf genannten Pflanzen hat sie der Verfasser aber auch noch auf Birnbäumen beobachtet, ferner auf einzelnen Palmen des Frankfurter Palmengartens, so auf Chamaedorea Schiedeana (aus Mexiko) und auf der Bergpalme Ch. Ernesti Augusti (aus Guatemala). Beide Palmen wurden von Ameisen sehr besucht. Hartig hat die parasitische Hefe ferner in den Nonnenraupen angetroffen, in denen sie krankhafte Erscheinungen hervorruft. Danach scheint Lecanium auch in unseren Wäldern heimisch zu sein, nicht nur in unseren Gewächshäusern. Daß die Raupen die Hefe enthalten, erklärt sich dann so, daß von ihnen mit den Blättern eben auch die daraufsitzenden Schildläuse mitverzehrt worden sind. — Den Schildläusen selbst schadet die Hefe offenbar nichts, denn gerade die fettesten Exemplare sind am reichlichsten mit diesen Parasiten behaftet. Kohl hat das Vorkommen der Hefe in Schildläusen auf Efeu, Aprikose, Phoenix usw. durchweg bestätigen können. Kohl, Hefepilze 1908, S. 276, Verlag Quelle und Meyer, Leipzig.

A. Conte und L. Faucheron haben eine Abhandlung über „Gegenwart von Hefen in Fettkörpern verschiedener Schildläuse" veröffentlicht in den Compt. rend. de l'acad. d. scienc. Bd. 145 p. 1223—27. 1907. (W. f. Br. 1908, S. 200.) Sie geben an, daß sie die Hefe in Fleischsaftgelatine, Kartoffeln, Mohrrüben, Pflaumensaft kultiviert und eine lebhafte Vermehrung besonders auf Mohrrüben erzielt hätten; eine genauere Beschreibung dieser Kulturen geben sie jedoch nicht. Außer auf Lecanium hemisphaericum fanden sie Hefen auch in L. oleae, L. hesperidum, Pulvinaria floccifera, jedoch waren dieselben anscheinend verschieden von

[1]) Von den Schildläusen hat namentlich Aspidiotus perniciosus, die San José-Schildlaus, in letzter Zeit viel von sich reden gemacht, indem sie ganze Obstgärten in Amerika verwüstet hat. Von dieser Art kennt man auch Männchen.

der bei L. hemisphericum. Die Arbeit der genannten Autoren ist ohne Vorwissen der vom Verf. bereits veröffentlichten Studien erfolgt.

Alle Versuche, die Verf. und auch Will (mit dem Hartigschen Material aus den Nonnenraupen) angestellt haben, um sie in den verschiedenen Nährflüssigkeiten weiter zu vermehren, sind fehlgeschlagen. Die gegenteiligen Angaben der französischen Forscher bedürfen der

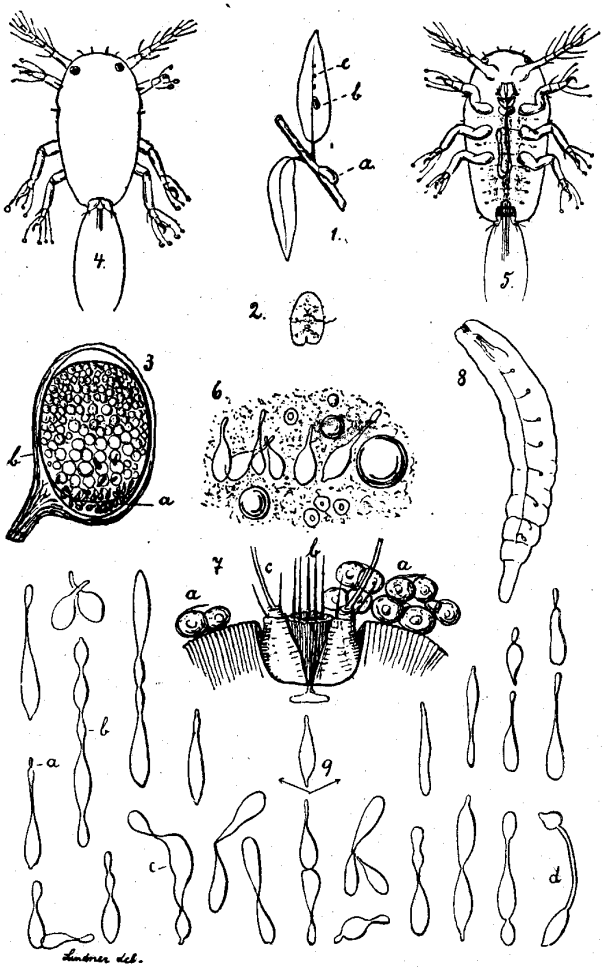


Abb. 39. Lecanium-Schildlaus und Sacch. apiculatus var. parasiticus. *1a* Eine ältere, *b* und *c* jüngere Schildläuse, auf dem Stengel bzw. den Blättern eines Myrtenzweiges festsitzend. Nat. Größe. — *2* ältere Schildlaus. 4fach vergrößert. Die rippenförmige Zeichnung des gewölbten Schildes und der auf der Unterseite befindliche spitze Schnabel mit der vorgestülpten Stech- und Saugborste angedeutet. — *3* Eizelle, noch in der Hülle (*a*) des Ovariums (*b*) liegend. 100fach vergrößert. Am unteren Pol reichliche Wucherung der Apiculatushefe. — *4* und *5* junge, eben ausgeschlüpfte Schildläuse von der Rücken- und Bauchseite. — In *5* ist die schlingenförmig eingezogene Saugborste zu sehen. 100fach vergrößert. — *6* Das Plasma einer zerdrückten Schildlaus mit Apiculatuszellen. 100fach vergrößert. — *7* After und Spritzröhren einer jungen Schildlaus. Zahlreiche Pilzsporen haben sich hier angesiedelt. 650fach vergrößert. — *8* Larve eines unbekannten Parasiten. — *9* Verschiedene Wuchsformen der Apiculatushefe. 1000fach vergrößert. *a* Anlegung einer jungen spitzen Tochterzelle. *b* Sproßverband. *c* unregelmäßige Zellform. *d* hantelförmige Zellen.

Nachprüfung, zumal auch Dematiumarten äußerlich den Schildläusen anhaften und ähnliche Sproßformen bilden.

Mit dem Absterben der alten Schildläuse geht natürlich auch eine Unmenge von den Hefezellen zugrunde; es retten sich nur diejenigen Zellen, die Gelegenheit gefunden haben, in ein Schildlausei oder ein noch nicht ausgekrochenes junges Individuum zu gelangen. Da mitunter 60 und mehr Junge aus einer alten Schildlaus hervorgehen, ist diese Gelegenheit genug geboten. Die Infektion erfolgt schon zu einer Zeit, wo das Ei noch im Ovarium liegt und noch wenig differenziert ist. Verf. hat noch keine junge Schildlaus (etwa 2000 untersucht) angetroffen, die nicht schon den Parasiten in sich gehabt hätte.

Da die jungen Schildläuse außerordentlich beweglich sind und auf andere Blätter und Zweige kriechen können, vielleicht auch auf Insekten, die den Honigtau aufsuchen, ist eine Weiterverbreitung auch der Hefe gewährleistet. Mitunter trifft man neben der Hefe noch andere Parasiten in den Schildläusen an. Sowohl Schlupfwespen wie auch gewisse Fliegen legen ihre Eier unter der Schildlaus ab, und die auskriechenden Larven zehren dann das Innere des Schildlauskörpers auf. Verf. fand eine größere Anzahl solcher Maden in einer Schildlaus vor. Die vorstehende Abb. 39 diene zur näheren Erläuterung des vorher Gesagten; auch sei auf Bild **Goar** und **Gobi** im Atlas verwiesen.

Von einheimischen Schildläusen seien noch angeführt:

Coccus fraxini Kaltb. 1 mm lang, Eschenwollschildlaus, ist von einem weißen flockigen Wachsüberzug bedeckt.

C. ulmi Geoff., 2,5 mm lang. Ulmenschildlaus; ist braun, von einem weißen flockigen Saum umgeben.

C. fagi L., 0,6 mm groß. Buchenschildlaus ist gelblich, völlig beinlos und unter dichter weißer Wolle versteckt; findet sich vornehmlich an der Rotbuche.

Selbst alle Rinden vermögen die Läuse mit ihren winzigen Borsten zu durchdringen. Oft sind solche Stämme bis weit hinauf wie von einem weißen Filz bedeckt, namentlich im Innern geschlossener Bestände. Die vernichtende Wirkung äußert sich erst nach Jahren, indem dann die Rinde aufspringt und schließlich in großen Platten, wie beim Rindenbrand, abfällt.

In Gemeinschaft mit den beiden Pilzen: Nectria ditissima und Lachnus exsiccator ist diese Laus die Ursache des Buchenkrebses.

Aspidiotus A. salicis, A. pini, A. abietis. Der die rückgebildeten, stets beinlosen Weibchen bedeckende Wachsschild ist von zwei Larvenhäuten gebildet.

Lecanium. Der Schild wird immer von dem an seiner Rückenseite stark chitinierten flachen Körper selbst gebildet.

L. robiniarum, Akazienschildlaus.

L. aceris, Ahornschildlaus, namentlich Bergahorn befallend.

L. quercus, bis erbsengroß.

Ob die Vermutung des Verf., daß die parasitische Hefe zur Bekämpfung der Nonnenraupe von Nutzen sein dürfte, richtig ist, müssen noch eingehende Versuche zeigen.

Die Lackschildlaus, Tachardia (Coccus) lacca (laksha heißt im Sanskrit „Hunderttausend" und soll die Unmenge von Läusen auf den Zweigen andeuten), veranlaßt durch ihren Stich in die jüngsten Triebe verschiedener Bäume, wie Croton lacciferus, Ficus religiosa (der heilige indische Feigenbaum) und F. indica, Zyzyphus Jujuba, Butea frondosa usw., einen Saftfluß, der die Zweige in mehr oder minder starker Schicht einhüllt und daran erstarrt. Nur die befruchteten ungeflügelten Weibchen der Lackschildlaus erzeugen den Harzausfluß; sie selbst werden von dem Harz vollständig eingehüllt und sterben ab, während sich in ihnen 20—30 Larven entwickeln, die endlich durch zylindrische Bohrlöcher das Harz verlassen. Man sammelt die Harzmassen samt den Zweigen oder bricht die Harzkrusten für sich ab; in ersterem Falle heißt die Ware Stocklack (Holz-, Stengel-, Stücklack), in letzterem Körnerlack. Siam und Assuan liefern die größte Menge, Bengalen und die Irawadiufer die beste Sorte. Auch Sumatra liefert Lack. Die Handelsware besteht aus 3—8 mm dicken, lichtbräunlichen bis tiefbraunroten (wegen eines karminähnlichen Farbstoffes, Laccainsäure) Schichten. Den Schellack (shell lac = Tafellack) bereitet man daraus, indem man zunächst den Farbstoff durch Wasser entfernt, dann die Masse in Säcken auf 140° erhitzt und das abfließende Harz auf Pisangblättern oder irdenen Zylindern in dünner Schicht erstarren läßt. Der Bottichlack ist eine Auflösung von 40—50 Teilen Schellack in 50—60 Teilen Alkohol. Auf Glasplatten aufgestrichen, soll sich eine zusammenhängende, nur vorübergehend trübende Kruste bilden. Über die mutmaßliche Rolle der Bakteriensymbionten in der Lackschildlaus bezüglich der Lackbildung s. S. 145.

Ebenso wertvolle Produkte wie die Lackschildlaus liefert die Kochenilleschildlaus, die in Mexiko sowie in Westindien, Malaga Spanien, Algier, Java und Teneriffa auf einem Kaktus, Opuntia coccinellifera, geradezu gezüchtet wird. Die Tiere werden gesammelt und auf heißen Blechen getrocknet. Die Männchen, welche 1,6 mm lang sind, sind besonders reich an Karmin, d. i. Karminsäure, die u. a. Anwendung findet bei Enzymreaktionen in den Grüßschen Chromogrammen. Die Entstehung des Karmins soll auf der Wirkung symbiontischer Bakterien beruhen. S. S. 145.

Coccus pela auf Ligustrum lucidum (= Tschungtschu „Insektenbaum") liefert das chinesische Insektenwachs, das besonders im 5000 Fuß hohen Tal Tschien-Abhang am Yangtse gewonnen wird. Der Baum blüht Ende Mai bis Anfang Juni mit kleinen in Dolden stehenden weißen Blüten und trägt dunkelrote Früchte. Von ihm wird die Schildlaus behufs Wachsgewinnung auf eine schnellwachsende Esche überführt, die am Rand der ausgedehnten Reisfelder aus Stecklingen gezogen wird. In manchen Gegenden hilft man sich dadurch, daß man die korinthengroßen, zu kugeligen Gallen aufschwellenden Muttertiere in schwach erhitzten Räumen überwintert oder sie aus südlichen Gegenden in das Wachsproduktionsgebiet schafft. Zum Transport stehen 14 Tage zur Verfügung. In guten Jahren bewegt sich ein von der Präfektur gestellter Zug von 1000 Lastträgern mit der Jahresernte der Gallen nach der Stadt

Tetschang. Ende April werden die Gallen gesammelt, Ende Mai müssen sie am Bestimmungsort sein. Der Transport geht nur des Nachts vor sich. Nach Ankunft werden die Pakete geöffnet und 20—30 Eikapseln in ein Blatt des Holzölbaumes (Aleurites veronicea) getan. Dieses wird mit Reisstroh zusammengebunden und an die Äste der Esche gehängt. Die Unterseite des Blattes wird mit einer stumpfen Nadel wiederholt durchlöchert, damit die Insekten auskriechen können. 13 Tage nach ihrem Auskriechen bleiben die Insekten auf der Unterseite der Esche zusammen und verteilen sich dann auf die Äste und Zweige. Die beweglichen Schildläuse beginnen sich zuerst an der Rinde festzusaugen und sich mit Wachs zu umhüllen. Nach drei Monaten erreicht der Wachsüberzug eine Dicke von $^1/_4$ Zoll. Wenn in der heißen Jahreszeit der weiße Überzug an den Bäumen sichtbar wird, schlagen die Farmer mit einem schweren Holzknüppel gegen die Stämme, um ein den Schildläusen gefährlich werdendes Insekt (la koa = Wachshund) abzuklopfen. Nach 100 Tagen ist die Wachsproduktion beendet. Die Äste werden nun abgehauen, die Rinde abgezogen und in eisernen Töpfen mit kochendem Wasser behandelt, bis das geschmolzene Wachs abgeschöpft werden kann. Auch ganze Zweige werden so behandelt. Die auf dem Grund angesammelten Schildlauskörper werden in Säcke getan und der letzte Rest Wachs herausgepreßt. Der Rückstand dient als Schweinefutter. Chinesisches Insektenwachs ist walratähnlich, jedoch spröder und härter und läßt sich pulverisieren. Es ist rein weiß und gelblich, geschmacklos oder schwach an Talg erinnernd, glänzend und kristallinisch. Es besteht aus fast reinem Cerotinsäure-Cerylester. Erstarrt bei 80 bis 82°, schmilzt bei 81,5—83° C. (Farbenzeitung 1914, Nr. 22.)

Auf eine Anfrage des Verf. über das geologische Alter der Schildläuse hat Prof. Böhm in Naturw. Wochenschrift vom 25. 6. 1911 folgendes mitgeteilt:

„In Handlirschs Werk »Die fossilen Insekten« (1906—1908) werden von Cocciden angegeben: 9 Arten aus dem Bernstein (Unteroligozän) und eine Art aus dem Miozän Nordamerikas. Seite 1166 lesen wir: »Leider sind die Funde, die uns das oberste, jüngste Glied des Mesozoikum, die Kreide, überlieferte, nur sehr spärlich. Etwa 4 Cocciden oder deren Gallen auf Eukalyptusblättern aus Europa, d. i. alles, was sich aus dieser langen Periode halbwegs sicher feststellen ließ.« Seite 1180 lesen wir: »Sie konnten sich erst nach dem Auftreten der Angiospermen entfalten. Ob die Karbonzeit die Zeit der üppigsten Baumflüsse gewesen ist, läßt sich anatomisch nicht nachweisen. Es kommen nämlich in den geeignet erhaltenen Resten höherer Pflanzen zwar Gänge und sonstige Bildungen vor, die z. B. Gummigänge gewesen sein könnten, aber solche Dinge sind sehr untergeordnet vertreten und in den Hölzern, des Paläozoikums kommt etwas, was man für harzausscheidende oder harzführende Organe halten könnte, gar nicht vor. Inwieweit Tiere, die etwa wie Schildläuse zuckerabscheidend wirkten, vorgekommen sind, darüber läßt sich nichts sagen. Wundstellen an vorweltlichen Stämmen ‚mit den Relikten der Naturbierkostgänger' sind unbekannt«."

58. Mücken und Fliegen.

Die Stechmücken sind dünn, langbeinig; die Kriebelmücken kurzbeinig mit buckeligem Bruststück. Diese Blutsauger haben Vertreter in allen Breiten der Erde; bekannt sind die Moskitos der Tropen, deren Stiche an sich nicht schlimmer sind als die unserer Schnaken, aber in der Hitze haben sie leicht bösartige Entzündungen im Gefolge. Diese Moskitos treten in ungeheuren Schwärmen auf und sind eine furchtbare Landplage. Aber auch im hohen Norden finden sich solche bösartigen Mücken. Wenn in den Tundren, den feuchten Flechten- und Moossteppen Sibiriens und Lapplands, der kurze Sommer ins Land zieht, schwärmen diese Stechmücken in solchen Mengen, daß sie stellenweise die Luft verdunkeln und Menschen und Tiere vor ihnen flüchten. Zeitweise werden solche Mückenschwärme von Schneestürmen erfaßt und fallen mit dem Schnee zu Boden oder ins Meer, wo sie Fischen zur Nahrung dienen. Nur die Weibchen stechen und saugen Blut, während die harmlosen Männchen, die man an ihren federartig buschigen Fühlern leicht erkennt, sich von süßen Pflanzensäften nähren.

Die Weibchen legen ihre Eier in stehende Gewässer oder in den Schlamm von Überschwemmungsgebieten ab, aus denen fußlose Larven mit kräftigen Freßwerkzeugen hervorgehen, die durch einen am letzten Leibesring befindlichen Rohransatz, die Atemröhre, atmen. Aus ihr geht die Puppe hervor, welche sich wie die Larve ebenfalls kräftig schlängelnd im Wasser bewegt, jedoch zwei Atemröhren besitzt und eine kahnförmige Anschwellung. Nur bei windstillem Wetter entschlüpft ungefährdet der 8 Tage alten Puppe die junge Mücke; bei windigem Wetter schlägt der Kahn um, und die Mücke ersäuft. Dieser kritische Punkt im Leben der Mücke ist von Réaumur in ausgezeichneter Weise beleuchtet worden. Manche Mückenlarven, wie z. B. die kristallklare durchsichtige Corethralarve, enthalten zeitweise, wie Verf. zuerst gezeigt, weiße Klumpen im Leib, die aus lauter hefeähnlichen Zellen bestehen. Diese Massen bilden beinahe die Hälfte des ganzen Tieres. Schubert hat sie als Mikrosporidien gedeutet und Telohania corethrae benannt. Der Parasit entwickelt aus einem Sporonten 8 Sporen. (Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt, Bd. L, Heft 1, 1915.) Vgl. S. 151.

Gießt man Öl oder Petroleum auf die Wasseroberfläche, dann ersticken die Mückenlarven. Kanalisationsanlagen mit ihren Klärbecken und Senkgruben schließt man sorgfältig von der Außenwelt ab, um Mücken und Fliegen den Zugang zu versperren.

Über die Bekämpfung der Fliegen und Mücken durch Blausäuregas ist noch kein abschließendes Urteil erreicht. Teichmann fand, daß unsere einheimischen Culex- und Anophelesarten in 15 Minuten durch 0,02—0,03% Vol. Blausäuregas vernichtet werden.

Musca, Stomoxys und Hämalomya werden durch 0,1 Vol.% in 30 Minuten, durch 0,25 Vol.% in 15 Minuten abgetötet. Jeder Kubikmeter Mist soll mit 25 Liter Wasser, in denen 62,5 g Cyannatrium gelöst wurden, mehrmals im Laufe des Jahres übergossen werden, um die Fliegenbrut zu vernichten.

Zur Behebung der Mückenplage sucht man ferner die in Kellern und Kanalschächten überwinternden Mückenweibchen — die Männchen sind schon im Herbst zugrunde gegangen — zu vernichten. Am besten geschieht dies durch geübte Leute, die von den Gemeinwesen für den

Zweck ausgerüstet werden und systematisch die einzelnen Häuser absuchen. Die oft zu Tausenden an den Wänden beieinander sitzenden Mücken werden mittels einer besonders konstruierten Lampe verbrannt. Da die Mücken mit dem Beginn der Dämmerung schwärmen, kann man der z. B. im Schlafzimmer befindlichen Exemplare am besten habhaft werden, wenn man vorher die Fenster schließt und die sich dann daselbst einfindenden Mücken tötet. In einem Badeorte der Ostsee kam Verf. einst in ein Zimmer, in dem unheimlich viel Mücken waren und Nachts ihr Unwesen trieben. Am andern Tage begann die Jagd mit dem Handtuch auf sie, die hauptsächlich an der Zimmerdecke und an der Wand im Schatten des Bettes ihre Ruhe hielten und sich dort sicher fühlten. Die nächsten Tage und Nächte blieben mückenfrei. Das Mückengift wird unwirksam, wenn man auf die gestochene Stelle Ammoniak tröpfelt oder sie mittels eines Streichholzes oder eines heißgemachten Metallgegenstandes, wie Geldstück, Schlüssel, erhitzt. Das Zerreiben der Mücke auf der Stichstelle soll auch die Quaddelbildung verhüten.

Prof. Heinz in Erlangen hat in dem „Miomal" ein Mückenschutzmittel herausgegeben, das auf der Haut verrieben, die Mücken vertreibt.

Beachtung verdient die Tatsache, daß in Gär- und Lagerkellern der Brauereien Mücken keine seltene Erscheinung sind. Für viele Gastwirtschaften hat die Mückenplage große Einbußen zur Folge. Für Teiche gibt es keine besseren Vertilger von Mückenlarven als wie Fische und Frösche. Mückenarten übertragen sowohl die Erreger der Malaria oder des Sumpffiebers als auch die des gefürchteten Schwarzwasserfiebers und der Schlafkrankheit.

Blutbierbrauende Mücken. Schaudinn, der Entdecker des Syphiliserregers, hat in den „Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt" 1904, Bd. 20, S. 410 gezeigt, daß Sproßpilze ständige Inhaltsgebilde des im Vormagen aufgespeicherten Blutes, also ständige Kommensalen der Anopheles- und Culex-Mücke sind, und daß die Quaddelbildung nach dem Stich nicht auf das Speicheldrüsensekret der Mücke, sondern auf die Wirkung der Hefe in der Wunde zurückzuführen ist. Schaudinn wollte verfolgen, wie die Trypanosomen, zu denen auch die Erreger der Schlafkrankheit gehören, ihren Weg in den Mückenkörper nehmen, und ob sie nachher durch die Speicheldrüsen ausgesondert und dem gestochenen Individuum gewissermaßen eingeimpft werden. Dazu mußte aufs genaueste die Anatomie des Mückenkörpers festgestellt werden.

Die Mücke hat einen langen Rüssel (*R*), mittels dessen sie das Blut aufsaugt. Die Mückenweibchen stechen meist nur, wenn sie ganz nüchtern sind, und bevorzugen dazu die Morgen- und Abenddämmerung. Manche stechen den Menschen überhaupt nicht, während sie Vögel sogleich anfallen; andere verhalten sich gerade umgekehrt. Die Mücke stellt sich dabei auf die Vorderbeine und streckt die Hinterbeine bogenförmig gekrümmt in die Höhe. Die glasscharfe Spitze der Oberlippe erscheint jetzt und sticht mit einem Ruck in die Spalte der Oberhaut, worauf Mandibeln und Maxillen lebhaft sägeartig auf- und niedergehen und so die Wunde erweitern. Während des Einstechens saugt sich die Mücke so voll, daß der Hinterteil des Abdomens jetzt der Haut aufliegt. Plötzlich erfolgt eine Kontraktion des Abdomens, wobei Gas und Inhalt des Vormagens bis auf wenige

Blasen entleert werden. Als Ursache der Kontraktion ist der durch die Kohlensäureschicht der Oberhaut erregte Reiz anzusehen. Nach dem Saugen bleibt das Blut eine Zeitlang im Saugmagen (Vormagen), dann aber dehnt sich ein Ringmuskel am Eingang zum Hauptmagen, und der ganze Inhalt des Vormagens strömt in diesen ein, nur eine geringe Blut- und Hefenmenge bleibt zurück. Kurze Zeit nachher bilden sich wieder Blasen im Vormagen, die dann beim Stich die Blut- und Hefemischung einspritzen helfen. Der Traubenzucker im Blut liefert das Gärmaterial. Die Kohlensäureentwicklung soll die Gerinnung des Blutes hindern, bis es in den Hauptmagen kommt; sie lähmt die Trombozyten und damit auch die Bildung der Fibrinfäden. Wurden die Gassäcke herauspräpariert und mittels einer Nadel in ein trichterförmig gebohrtes Loch der Handfläche gebracht, dann merkte Schaudinn schon nach wenigen Sekunden den charakteristischen kribbelnden Reiz des Mückenstiches. In kurzer Zeit traten auch die Rötung und typische

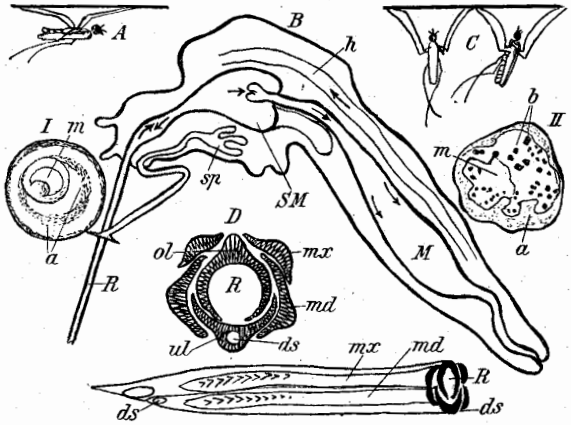


Abb. 40. Culex pipiens, die Stechmücke, und Anopheles claviger. *A* Anopheles, *C* Culex, an einer Decke hängend (nach Martini). *B* Längsschnitt durch Culex pipiens (nach Schaudinn), schematisch. *R* Rüssel. *SM* Saugmagen. *M* Hauptmagen. *h* Herz. *sp* Speicheldrüse. *D* Querschnitt durch den Rüssel von Culex. *ol* Oberlippe. *ul* Unterlippe. *mx* Maxillen. *md* Mandibeln. *ds* Drüsensekretröhre. *I* Rotes Blutkörperchen (*a*) des Menschen mit jungem Malariaplasmodium (*m*), *II* dasselbe mit ausgewachsenem Wechselfieberkeim, *b* Blutkristalle (nach Martini). *E* Rüssel, unteres Ende mit den sägeartig gezackten Maxillen und Mandibeln (nach Schaudinn).

Quaddelbildung ein, und zwar meist viel heftiger als bei dem gewöhnlichen Mückenstich, auch hielt die Quaddel länger an (über 4 Tage) und juckte längere Zeit als beim eigentlichen Mückenstich, bei dem ja die Mücke einen Teil des ausgepreßten Saftes wieder zurücksaugt. Versuche an mehreren Personen ließen deutlich erkennen, daß die Menge der Hefe für die Dauer und Heftigkeit des Juckreizes maßgebend war.

Die wenigen im Vormagen zurückgebliebenen Zellen zersetzen den Traubenzucker im Blut und vermehren sich so weit, daß ihre Quantität für den nächsten Stich ausreicht.

Die in den Hauptmagen eingesogenen Zellen vermehren sich anfangs noch hefeartig, später mycelartig und produzieren eine winzig kleine Fruchtform, die Schaudinn auch in den Eiern, ferner im Darm der Larve und im Inhalt der zerquetschten Nymphe wiederfand. Ja, in eben ausgeschlüpften Mücken, sowohl bei Culex als bei Anopheles, ließen sich die Parasiten nachweisen. Man kann sich aber den Nachweis erleichtern, indem man den eben ausgeschlüpften Mücken Zuckerwasser oder Fruchtsäfte darbietet. Die Hefen beginnen alsbald sich lebhaft zu vermehren.

Der Pilz gehört nach Schaudinn in den Entwicklungskreis eines höheren, mycelbildenden, in die Nähe von Entomophtora zu stellenden Myceten.

Fliegen. Graham Smith hat ein umfangreicheres Werk über „Fliegen und Krankheiten", nicht blutsaugende Fliegen (Flies and disease. Non blood sucking flies) geschrieben [292 S. mit 32 Abb. im Text und 24 Tafeln, Cambridge, Public Health Series, University Press], dessen Übersetzung ins Deutsche sehr zu wünschen wäre. Russ gibt in seinem Buch: „Einheimische Stubenvögel", 1903, Vorschriften zum Züchten von Fliegen als Futter für die Vögel. „Man fange 6 bis 8 Weibchen (dicker, weißlicher Bauch), stecke sie in ein Medizinglas, das mit Gaze oder durchstoßenem Papier bedeckt ist und lasse sie darin die Eier ablegen. Dann zerschlage man das Glas und lege es in ein größeres Einmacheglas, das unten 2 bis 3 Finger hoch mit loser, etwas angefeuchteter Erde bedeckt ist. Nachdem ein Stückchen rohes Fleisch oben aufgelegt und das Gefäß mit Gaze zugebunden, stelle man es an einen wärmeren Ort. Die aus den Eiern ausgeschlüpften Maden zehren von dem Fleisch, verkriechen sich in die Erde und kommen dann als Fliegen zum Vorschein, denen man etwas Zucker zur Nahrung gibt. Oder man stelle alte Töpfe mit Fleischstücken ins Freie, bis die Maden auch den letzten Rest aufgezehrt und sich teilweise verpuppt haben. Den ganzen noch feuchten Klumpen von Maden, der im Gefäß übrig bleibt, spüle man mit Wasser tüchtig ab und verfüttere ihn dann. Noch besser sind Gerbereiabfälle (Haut und Haare, bis ein verfilzter Haarballen übrig bleibt, in welchem Puppen und Maden hängen). Statt Fleisch kann man auch Rindertalg nehmen: die Maden entwickeln sich darin sehr schnell und haben ein sauberes trockenes Aussehen. Widerlicher Geruch haftet ihnen nicht an."

Dr. Engel gibt in der Münchener Medizin. Wochenschrift, 63. Jahrg., Nr. 31 vom 1. August 1916 folgenden interessanten Versuch an:

Man bringt in einen alten Eimer einen Drahtkorb mit Fischeingeweiden und stellt ihn in die Sonne. Nach wenigen Tagen sieht man schon etwa $1^1/_2$ cm lange grauweiße Larven, die in den Eimer fallen. Gießt man kochendes Wasser auf dieselben, dann werden sie sogleich getötet und schwimmen an der Oberfläche, von wo sie abgeschöpft werden können. Der Fettgehalt nimmt zu, wenn man mit dem Abtöten wartet, bis der dunkle Darminhalt, den man durch die Haut hindurch erkennt, ebenfalls in Fett umgewandelt ist. Das Fett der zerquetschten Made färbt sich mit filtrierter alkoholischer Sudanlösung glänzend rot. Der Fettgehalt ist mit Hilfe des für milchtechnische Zwecke im Gebrauch befindlichen Gerberschen Acid-Butyrometers, den auch Sahli zur Bestimmung des Fettes im Mageninhalt verwendet, leicht festzustellen. Man zerreibt 5 g, das sind gewöhnlich 20 Larven, in einer Reibschale zu einem grauweißen Brei und setzt 6 ccm Wasser hinzu. Die durchmischte Flüssigkeit bringt man in das für 11 ccm Milch eingerichtete Zentrifugierröhrchen des Apparates mit der dazugehörigen Schwefelsäure (10 ccm) und dem Amylalkohol (1 ccm) und zentrifugiert. Man liest dann im Durchschnitt 2,2% Fett ab. Es enthalten also 5 g der verdünnten Larven so viel Fett, wie in 11 ccm einer nur 2,2% Fett enthaltenden Milch vorhanden sind. Bestünden die zur Verdünnung zugesetzten 6 ccm Wasser auch aus Larvenmasse, dann kämen zu den 2,2% noch 2,64 hinzu, so daß 60 g der Masse, im Durchschnitt fast 4,5, das Kilo also etwa 45 g enthält. Da ein einziger Eimer in einigen Tagen mehrere Kilogramm Larven liefert, kann diese Fettgewinnung im Sommer nach Belieben vergrößert werden.

Engel hat in einem Kriegslazarett alle Fleisch- und Eingeweideabfälle zu Fliegenlarven verarbeitet und aus letzteren die so dringend nötige Seife hergestellt. (Nach mündl. Mittlg.)

Fabre („Bilder aus der Insektenwelt, zweite Reihe, Stuttgart, Kosmos"), der in ländlicher Einsamkeit in der Auvergne lebende und sorgfältig die Natur beobachtende französische Forscher macht über die Schmeißfliege einige interessante Angaben. Eine Schmeißfliege an einem toten Hänfling bohrte die im rechten Winkel umgebogene Legeröhre in den Winkelpunkt des Schnabels und brauchte $^1/_2$ Stunde zur Eiablage. Dann ruht sie eine Weile am Drahtgitter aus, die Hinterbeine gegen einander reibend und ihre Senknadel putzend. Nach der Pause Rückkehr zum Schnabel und abermaliges Eierlegen. So wiederholt, bis ihre Eierstöcke erschöpft. Am andern

Tag ist sie tot. Die ganze Kehlwand des Vogels ist weißlich gefärbt von dem Eierbelag. Nach 24 Stunden schlüpfen die Maden aus, die in der Tiefe der Kehle verschwinden. Eine andere Schmeißfliege legte die Eier im Augenwinkel ab. Auch Wunden werden leicht von ihr entdeckt, selbst wenn das Gefieder künstlich geglättet und geordnet war. Stundenlang verharrt sie da unbeweglich, während der Hinterleib im Gefieder verschwunden ist. Ganz tief hat die Legeröhre gebohrt und dort ein Paket von etwa 300 Eiern abgelegt. In Zeitungspapier gewickeltes Geflügel bleibt geschützt, bis es nach Jahren mumifiziert ist. Es genügt schon, den Kopf der Rebhühner zu umhüllen, um sie vor Maden zu schützen. Ist Fleisch in einer Büchse, deren Deckel einen feinen Spalt aufweist: am Spalt werden Eier abgelegt, ebenso auf Papierdeckeln, sofern sie einen Ritz aufweisen. Die auskriechenden Larven lassen sich nicht fallen, sondern schlängeln sich herab. Nach 8 bis 14 Tagen haben sie ihre volle Größe erreicht; sie verdicken ihre Haut und werden zum Tönnchen, aus dem nach 14 Tagen die Fliege ausschlüpft. Von 60 cm Höhe läßt die Fliege die Eier noch fallen, aus 1,25 m Höhe findet keine Eiablage von oben her mehr statt. Daher das Aufbewahren von Fleisch in tiefen irdenen Töpfen zweckmäßig. Einschlagen in Zeitungspapier schützt auch außerhalb des Speiseschranks.

Auf Fett, frischem Speck und Butter gehen die Larven schnell zugrunde, können darauf nicht wachsen. Dagegen behagt der Fleischfliege jegliche Fleischart und Eiweiß. Eiweißwürfel mit Brummerlarven beschickt sind schon nach wenigen Tagen verflüssigt. Kälte von 12° gefährdet nicht die Eier der Fleischfliege.

Die aufliegende Haut einer Eule war von runden Löchern durchbohrt, durch die sich 900 Larven in den Sand gebohrt hatten. Muskeln und Gedärme waren verschwunden, in Brei verwandelt und je nach Bedarf aufgezehrt. Bis Handbreit tief gehen die Larven in den Boden. Von 15 Puppen, die 12 cm tief in Sand vergraben waren, gelangten vier hervor, bei 20 cm nur noch zwei.

Die Gesichtshälften der jungen Fliege sind etwas verschiebbar, wodurch sich eine Tasche bildet, die beim Emporbohren wie eine Schaufel arbeitet.

Die Stubenfliege (Musca domestica) legt die fast walzenförmigen Eier in Klümpchen von 60 bis 70 Stück in Mist, besonders gern in Pferdemist, verdorbenes Bier, Fleisch, tote Tiere usw.; nach 12 Stunden kriecht die Larve aus dem Ei; nach 14 Tagen verpuppt sie sich zu einem „Tönnchen".

Die Schmeißfliege (Musca vomitoria), auch Brummer genannt, legt 20 bis 200 Eier an Fleisch, alten Käse, Aas, auch Aaspflanzen; nach 24 Stunden kriechen die Larven aus. Nach 8 bis 14 Tagen verpuppen sich diese, am liebsten in die Erde, nach weiteren 14 Tagen kommt die Fliege aus. Schon Leeuwenhoek war es aufgefallen, wie wenig Exkremente Fliegenlarven auf ihrer Unterlage erzeugen und wie vollkommen sie die Nahrung ausnutzen. Ihr schnelles Wachstum ist eine Folge dieser guten Verdauung. Auf Fischen abgelegte Eier waren nach zwei Tagen schon zu Maden ausgewachsen, von denen 25 bis 30 zusammen kaum 1 g wogen. Am dritten Tage wog jede einzelne Made schon für sich 7 g, war also binnen 24 Stunden 200mal schwerer geworden. Die Larve ist in 8 bis 14 Tagen erwachsen und sucht die Erde auf, wo sie zur Tönnchenpuppe sich verwandelt. Nach 14 Tagen sprengt die Fliege das Tönnchen (nur tags). Die im Spätherbst erwachsenen Maden überwintern als Puppen, aus denen bei sonnigem Wetter sogar schon im Januar Fliegen auskommen können. Interessant ist die von Abderhalden gemachte Erfahrung, daß bei Vitaminstudien seine mit poliertem Reis gefütterten und im Keller untergebrachten Tauben nicht krank werden wollten: sie fanden in den aufgepickten Fliegen reichlich Vitamine vor, die sie gesund erhielten.

Die Schmeißfliege ist durch den glänzend blauen Hinterleib leicht unterscheidbar von der grauen Fleischfliege (Sarcophaga carnaria) mit dem rötlichen Kopf und dem schachbrettartig grau und schwarz gezeichneten Hinterleib. Die Fleischfliegenweibchen führen etwa 20000 Eier, die sich schon im Eierstock zu Larven entwickeln. Nur etwa 8000 Larven werden jedoch geboren. Die Larven entwickeln sich nur auf faulenden Pflanzenteilen, nicht auf Fleisch.

Lebhaft springende Maden erzeugt die kleinere Käsefliege (Piophila casei), die sich unglaublich schnell vermehrt, aber nicht nur auf Käse, sondern auch auf Fleisch, geräucherten Schinken usw. Während des Krieges sollen in Hamburg Tausende von sorglich eingebeutelten Schinken ihr zum Opfer gefallen sein. Die Schinken hatten natürlich

schon vor dem Einbeuteln Fliegenbesuch gehabt. Die grünglänzende Goldfliege (Musca caesar) legt an Kot oder an tote Tiere, besonders in die Mundwinkel und Augenwinkel ihre Eier ab. Die am Hinterleib wespenähnlich gezeichneten Schwebfliegen (Syrphus) schweben lange an derselben Stelle über Blüten. Ihre blutegelähnlichen, aber grün gefärbten Larven saugen Blattläuse aus.

Die im Frühjahr an den Weidenblüten bzw. Nektarien sich schon einstellende Schlammfliege (Eristalis tenax) bildet 17 mm lange dicke Larven mit einem dünnen 19 mm langen Schwanz, die in Senkgruben häufig und in ländlichen Aborten an den Spinnwebfäden hängend angetroffen werden.

Die kleine, unter Hängelampen oder unter der Mitte der Zimmerdecke spielende, im Fluge sich begattende kleine Stubenfliege ist Homolomyia canicularis.

Der in Stallungen häufigere Madenstecher oder Stechfliege (Stomoxys calcitrans) besitzt einen zum Blutsaugen geeigneten, wagerecht vorstehenden Rüssel.

Es gibt auch flügellose Fliegen, wie die Schafzecke (Melophagus ovinus), die wie dicke Wanzen im Wollpelz der Schafe schmarotzen und eine beliebte Nahrung mancher Vögel sind, die auf dem Rücken der weidenden Schafe spazieren gehen und dabei diese Lausfliegen aufpicken. Von großem Nachteil für die jungen Getreidepflanzen sind der Getreideblasenfuß (Thrips cerealium), die scheckige Halmfliege (Chlorops taeniopus), die winzige Fritfliege (Oscinis frit) und die Hessenfliege (Cecidomya destructor), die Blätter, Halme und junge Körner ansaugen und den Halm brüchig machen.

Brauer gibt in seiner umfangreichen Monographie über die „Zweiflügler des Kaiserlichen Museum in Wien" allein 400 Gattungen an, von denen manche noch 20 bis 30 Arten umfassen. Also ein Riesengebiet für den Fliegenforscher. Auf Menschenkot wurden 16 Arten beobachtet, in menschlichem Harn eine, auf Pferdedung 8 Arten, auf Kuhdung 8 Arten (letztere fast alle verschieden von den auf Pferdedung), an Baumflüssen wieder 8 andere Arten. Auf Hühnermist und Kaninchenmist je eine Art. Zahlreich sind auch die auf Pilzen vorkommenden Arten.

Da das entwickelte Insekt Flüssigkeiten aller Art aufsaugt, finden sich im Darm zahlreiche Pilzkeime usw. Eine Fliege in sterile Würze geworfen, macht dieselbe in kurzer Zeit trübe und gärend, da im Haarkleid und am Rüssel Keime reichlich anhaften. Die hauptsächlichsten Feinde dieser Plagegeister für Mensch und Vieh (in Ställen!) sind die Vögel und die Spinnen und ein Pilz, Empusa muscae, der im Herbst eine Masseninfektion bewirkt. Fliegenleichen am Fenster mit weißem Sporenfeld ringsum. Die Fliegen meiden die Umgebung von Rizinussträuchern, ferner dunkle und luftige Räume, ferner Fußböden und Wände, die mit Phensäure wiederholt bestrichen worden sind (50 g Phensäure in $^1/_8$ l denaturiertem Spiritus aufgelöst und mit Wasser bis zu $^1/_2$ l aufgefüllt). Auch Weißen der Wände mit Kalk, dem Alaun zugesetzt, ist zu empfehlen, da dieser das Anhaften der Fliegen erschwert.

Im Darm fast aller Fliegen findet man nach Prowazek „in äußerst wechselnder Menge sproßpilzartige, längliche oder an beiden Enden zugespitzte Zellen, die der Apiculatushefe ähnlich sind und dem Entwicklungszyklus einer Entomophthoree angehören; sie besitzen einen Zellkern und metachromatische Körper. Die Teilung erfolgt durch eine asymmetrische Sprossung. Besonders im Herbst sprossen sie zu langen, mit mehreren dichten, länglichen Kernen ausgestatteten Schläuchen aus, die am Ende kolbig angeschwollen sind und hier einen penicilliumartigen Fächer von sich verjüngenden ovoiden Zellen tragen. Auch Azygosporen, die vermutlich im Wege einer Autokopulation entstanden sind, wurden beobachtet". (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Band XX Heft 3, 1904, Verlag von Julius Springer.)

Sehr interessante Pilzformen sind die auf Fliegen schmarotzenden Stigmatomyces- und Laboulbenia-Arten.

59. Die Essigfliegen.

Es sind besonders zwei Arten bei uns bekannt, eine kleine, Drosophila fenestrarum (**Tales**) mit großen, roten Augen, und eine große, Drosophila funebris, von dunklerer Färbung. Die erstere ist die bei weitem häufigste; sie kommt fast in jeder Essigfabrik vor, weiter aber auch in Fruchtpressereien, Weinkellern, Obstläden, auf den Höfen von Brennereien, Brauereien und Preßhefefabriken, wo Würze oder Bier oder Schlempe oder Treberwasser verspritzt wird und in Gärung übergeht.

Die Essigfliege kann im Laboratorium geradezu als Reagens auf Essigsäure, Essigäther und Alkohol dienen, indem sie fast augenblicklich herbeigeflogen kommt, wo solche Flüssigkeiten offen hingestellt werden. Auch Verdünnungen derselben, die auf unsere Geruchsnerven nicht mehr wirken, werden von den Essigfliegen gerochen.

In Laboratorien, in denen viel mit Pasteurschen Kolben gearbeitet wird, muß man stets das gebogene Rohr derselben mit Watte oder Asbest verstopfen, um dem Eindringen dieser kleinen Fliegen und damit der Infektion vorzubeugen. Sie verschleppen in erster Linie die auf der Oberfläche von Bier usw. wachsenden Mikroben, z. B. Kahmhefe- und Essigsäurebakterien, vielleicht auch Essigälchen.

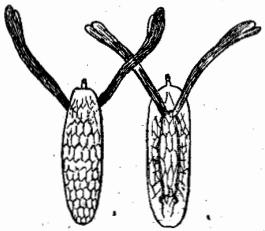


Abb 41. Eier der kleinen Essigfliege, Drosophila fenestrarum, mit zwei Anhängseln.

Das Fliegenweibchen legt nach und nach an 50 Eier, die sofort auskriechen. Nach 14 Tagen bereits verpuppen sich die Maden, und nach weiteren 10 Tagen kriechen wieder die jungen Fliegen aus. Die Vermehrung ist eine sehr starke. Besonders zusagend für Eiablage und schnelle Entwicklung ist nach Henneberg milchsaure, vergorene dicke Kornmaische.

Die Eier der kleinen Essigfliege besitzen zwei, die der großen vier fadenförmige Anhängsel (**Tasso, Teben**). Die Eihaut ist mit polygonalen Zeichnungen versehen.

Die Essigfliegen sind für die Vererbungslehre durch die Untersuchungen von Th. H. Morgan zu besonderer Bedeutung gelangt. (Morgan, Die stoffliche Grundlage der Vererbung. Deutsche Ausgabe von H. Nachtsheim. Gebr. Borntraeger, Berlin 1921.)

60. Die Dasselfliegen[1]) (Östriden).

Die Östriden bilden eine Gruppe der zweiflügeligen Insekten, der Fliegen oder Dipterea, und sind unter dem Namen Dasselfliegen, Dasselmücken, Bremsen, Engerlingfliegen, Biesfliegen, Biesmandl, ihre Larven unter der Bezeichnung Engerlinge, Dassel, Bieswurm bekannt. (**Teja.**)

Diese Fliegen sind aus dem Grunde interessant, weil ihre Larven auch Säugetiere, insbesondere die Pferde, belästigen.

[1]) Verfasser verdankt die hier gemachten Angaben Herrn Dr. Bau; ebenso verdankt er ihm eine kleine Sammlung von solchen Fliegen, die im Bild (**Teja**) photographisch wiedergegeben sind. Eine monographische Bearbeitung mit zwei prachtvoll kolorierten Tafeln hat Dr. Bau 1906 in dem großen Werk: „Genera insectorum" erscheinen lassen, das herausgegeben wird von Wysmann, Brüssel, rue St. Alphonse 43. Der Preis des betreffenden Heftes ist 11,70 Franken.

Die Larven leben entweder im Magen und Darmtraktus oder in Nase, Stirnhöhle, Schlund oder unter der Haut, hier die Dasselbeulen erzeugend.

Als Schmarotzer des Pferdes sind mit Sicherheit nachgewiesen: Gastrophilus equi Fab., inermis Brauer, pecorum Fabr., haemorrhoidalis L., veterinus Clark = nasalis L. und Rhinoestrus purpureus Brauer. Sehr selten verirrt sich auch einmal eine Hautöstride, Hypoderma bovis Deg., die gewöhnliche Biesfliege der Rinder, auf ein Pferd und erzeugt hier die sogenannten Dasselbeulen.

Die Gastrophilusarten leben im Larvenzustande im Magen und Darm. Die reife weibliche Fliege sucht besonders die auf der Weide befindlichen Pferde auf, um ihre Eier abzulegen; sie umschwärmt das Opfer ziemlich langsam; hat sie den Ort gefunden, wo sie das Ei absetzen will, so hält sie daselbst wenige Sekunden an und klebt das Ei, mit dem dickeren Ende am Haar abwärts gerichtet, an. Sie fliegt ein kurzes Stück fort, kehrt bald zurück und befestigt ein zweites Ei. Dieser Vorgang wiederholt sich fortgesetzt, bis oft ein einziges Pferd mit 400 bis 500, ja noch mehr Eiern beschenkt ist.

Die Eier haften an den Haaren außerordentlich fest, so daß sich durch Striegeln und Putzen nur der kleinere Teil entfernen läßt. Gastr. equi und pecorum bevorzugen die Brust des Pferdes zur Ablage oder die Schulterblätter bis herab zum Ende des Unterschenkels; Gastr. haemorrhoidalis sucht besonders die Lippen und Lippenhaare auf. Für die Pferde soll dies sehr quälend sein; sie werden unruhig und oft wild.

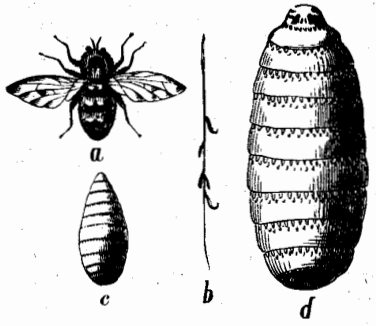


Abb. 42. *a* Pferdebremse (Gastrophilus equi). *b* deren Eier an einem Pferdehaar. *c* Larve. *d* Puppe.

Die Eier sind $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ mm lang, sehr schlank oval oder zusammengedrückt kegelförmig, entweder weißlichgelb (Gastr. equi, veterinus) oder schwarz (Gastr. pecorum haemorrhoidalis).

Die durch das Lecken des Pferdes in den Magen gelangten jungen Larven haken sich in der vorderen Partie des Darmes fest und ernähren sich von den Säften der Darmschleimhaut. Ihre Entwicklung dauert meist etwa neun Monate. Die bis in eine Tiefe von 2 mm korrodierten Stellen der Magenwand gehen natürlich für die Ernährung verloren, und kann so eine starke Ernährungsstörung und Schwächung des Pferdes eintreten. Gewöhnlich ist die Grube nur so tief, daß die Larve den ersten Kopfring hineinstecken kann, aber in manchen Fällen drängen sich die Larven tiefer ins Gewebe bzw. in das entstandene Geschwür ein. In solchen Eiterbeulen geht zwar die Larve zugrunde, jedoch bleibt ihre Chitinhaut ein beständiges Reizmittel für weitere Eiterung. Frißt die Larve aber zufällig ein Blutgefäß an, dann tritt oft eine Verblutung ein mit tödlichem Ausgang. Wird die Magenwand ganz durchbohrt, dann tritt stets eine tödliche Bauchfellentzündung ein. Bei einem Hunde, der tollwutverdächtig war, wurden nach der Tötung drei Gastrophiluslarven im Magen gefunden. Auch beim Menschen sind in zwei sichergestellten Fällen Gastrophiluslarven gefunden worden.

Ein Pferd, von dem Bau über 300 Larven sammelte, konnte nur den halben Tagesdienst leisten, es war allerdings erst frisch angekauft und noch nicht für den schweren Brauereidienst trainiert.

Die ausgereiften Larven werden mit den Exkrementen ausgestoßen, bleiben aber oft am Schließmuskel des Afters noch einige Tage hängen (Gastr. haemorrhoidalis, pecorum). Die Larven gehen meist nur in den frühen Morgenstunden ab.

Die reife Larve ist je nach den Arten und Geschlechtern (die weiblichen sind stets größer) 10 bis 12 mm lang; das Kopfende ist das schmälere. Die einzelnen Leibesringe sind mit Dornenkränzen besetzt, deren Anordnung verschieden ist und bereits in der Larve die zugehörige Art erkennen läßt.

Gastr. equi und veterinus haben bleich-gelbe oder gelblich-blaß-fleischfarbige, Gastr. haemorrhoidalis ziemlich dunkelgrüne, Gastr. pecorum hell-blutrote Larven. —

Die Larve kriecht in die Erde oder Stallstreu, um sich zu verpuppen. Die Puppe ist schwarz, länglich-oval und wird Tonne genannt. Mit dem Dünger kommt sie wieder auf den Acker.

Die Puppenruhe dauert bei 25° C 22 bis 24 Tage, wobei eine Gewichtsverminderung von 9 bis 24% eintreten kann. Nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe sammeln sich die verschiedenen Geschlechter zur Mittagszeit an hochgelegenen Punkten zur Paarung. Nach der Begattung suchen die Weibchen die Pferde auf zur Eiablage. Die ständig in einer größeren Stadt gehaltenen Pferde werden seltener heimgesucht als die auf der Weide befindlichen. Die im Juli bis Ende September weidenden Tiere sind am meisten gefährdet, da die Mehrzahl der Larven hauptsächlich von Juni bis August abgeht.

Die Existenz der Nasenbremse (Rhinoestrus purpureus) ist erst seit 1886 sichergestellt. Die Larven suchte man früher dadurch aus der Nase zu entfernen, daß man Niespulver anwendete. Die Hautbremse kommt auf Pferden nur sehr selten vor; ihr Wirt ist hauptsächlich das Rind. Bemerkt man die Dasselbeulen, so kann man die Larven, falls sie schon eine genügend große Öffnung in die Haut gemacht haben, bequem herausdrücken. Haben die Larven erst Dasselbeulen erzeugt, so machen sie durch Verletzung der Haut das Fell minderwertig; nach dem Abgang der Larven kann jedoch der Schaden wieder repariert werden. Bei zahlreichen Dasselbeulen magert das Pferd sichtlich ab, und es entstehen oft Eiterungen. Die reifen Larven sind bedeutend größer als die der Pferdebremsen, bis 28 mm lang und 15 mm breit; erst gelblichweiß, werden sie später ganz schwarz. Die Larve kriecht in die Erde und verpuppt sich dort; nach 26 bis 30 Tagen schlüpft die Fliege aus. Die Sammelorte sind für diese nicht die hochgelegenen Stellen, sondern tiefliegende, besonders erwärmte Stellen, so Talsenkungen, Wege an einem Bach oder Fluß, besonders an der engsten Stelle, wo die Hitze am größten ist, oder wo durch eine Mauer oder einen Abhang die Sonnenstrahlen reflektiert werden.

Da noch manche Lücken in unseren Kenntnissen der besprochenen Schädlinge bestehen, können sich Praktiker durch Einsendung von diesbezüglichem Beobachtungsmaterial oder Mitteilungen ihrer Erfahrungen sehr verdient machen[1]).

Die Rinderbiesfliege (H. bovis) tritt besonders in England, Holland und Schleswig-Holstein schädigend auf. Nach Barfoed beträgt der Schaden am Nationalvermögen in England 160 Mill. Mark pro Jahr. Die Fliege legt die Eier an die Haare des Rindes, durch Lecken gelangen sie in den Schlund, wo sie zu kleinen glashellen Larven auskriechen. Von da wandern sie stets wachsend durch den Rückenmarkskanal in die Unterhaut des Rückens, wo sie Dasselbeulen von Walnußgröße erzeugen. Im Juni bohren sich $^1/_2$ bis $2^3/_4$ cm lange, 1 bis $1^1/_2$ cm dicke Larven durch die Haut und verpuppen sich in der Erde. Das fertige Insekt schlüpft nach etwa einem Monat aus. Das einzige Gegenmittel: die Tiere im Stall lassen oder die reifen auswandernden Larven vernichten durch Abdasseln. (Prometheus Nr. 806.)

Eine Infektion der Pferde ist wahrscheinlich, wenn man schon auf der Weide die Brusthaare mit Eiern beklebt sieht, sie ist sichergestellt, wenn man reife Larven mit dem Kot abgehen sieht.

Als Heilmittel oder Vorbeugungsmittel gibt man Gelatinekapseln mit Schwefelkohlenstoff, worauf nach 20 bis 24 Stunden die leblosen Parasiten abgehen. Nach Taar bekommen die jährlich angekauften Remonten zweimal je 10 g Schwefelkohlenstoff. Gelegentlich kommen auch Infektionen beim Menschen vor, so z. B. wurde ein Bauermädchen, das im Walde geschlafen hatte, an den Schamlippen infiziert, die durch das Menstruationsblut eine Hypoderma diana angelockt hatten. Von August bis Dezember reiften die Larven in den entstandenen neun Geschwülsten aus und gingen bis auf zwei, die der Arzt herauspräpariert hatte, freiwillig ab. Von jenen beiden konnte die weitere Ausbildung zur fertigen Fliege verfolgt werden.

Die Schäden durch Dasselfliegen erstrecken sich nicht nur auf die Entwertung des Tierfelles durch die entstandenen Löcher, sondern auch auf Abmagerung und bei Milchtieren auf geringere Milchergiebigkeit. Auch das befallene Fleisch wird minderwertig oder untauglich erklärt. Durch das Summen bei der Eiablage und dem leisen Kitzel dabei geraten nicht nur Einzeltiere, sondern ganze Herden in große Erregung, so daß sie davonstürmen und dabei oft Knochenbrüche erleiden.

[1]) Die Artbeschreibung findet man in Schiner, Fauna austriaca. Diptera, I. Bd., Wien 1861, sowie in der Monographie der Östriden von Brauer, Wien 1863.

Oft verstopfen die Larven auch die Luftwege der Tiere, so daß dieselben ersticken müssen. Man hat vorgeschlagen, jedes hustende, niesende oder schnarchende Reh auch außerhalb der Schonzeit abzuschießen oder an den Sammelstellen des Wildes auf Dasselfliegen Jagd zu machen.

Englische Schäfer bestreichen die Nasenränder der Schafe mit Teer und Fett, um die Nasenbremsen von ihnen abzuhalten. (Nach A. Bau, Z. f. tech. Biol. Bd. X, 3/4, 1922.)

61. Milben.

Mit einigen Worten sei noch der Milben Erwähnung getan, deren verschiedenen Arten wir allenthalben begegnen. So entwickelt sich in den Hopfengärten in trockenen, warmen Sommern sehr häufig eine verheerend auftretende Milbe, Tetranychus telarius, die auch rote Spinne oder Milbenspinne genannt wird. Die Blätter, welche sie befällt, verlieren bald ihre lebhaft grüne Farbe, werden blaßrötlich und färben sich schließlich rotbraun — man spricht dann vom Kupferbrand des Hopfens. Namentlich die Unterseite der Blätter ist am meisten von dem Ungeziefer besetzt. Zwischen den feinen Spinnfäden bemerken wir bald eine Menge heller, durchscheinender Eier von kugelförmiger Gestalt. Die rötlichen Milben werden bis 0,25 mm lang. Sie besitzen ebenfalls Saug- und Stechorgane, mit denen sie die Blätter anbohren und aussaugen. Im Herbst ziehen sie sich in die Ritzen oder unter die Rinde der ungeschälten Hopfenstangen zurück, um hier zu überwintern.

Durch Anwendung geschälter Hopfenstangen und durch Vernichten der abgefallenen Blätter und Stengel sucht man der Epidemie für das kommende Jahr vorzubeugen. Kartoffeln und Bohnen zwischen Hopfen gepflanzt, sollen ableitend auf die Milben wirken. —

Heu, das etwas feucht in Haufen gestapelt, wird oft ganz und gar eine Beute von Milben, der Haufen sinkt dabei in sich selbst zusammen und hinterläßt am Boden dann eine erstaunlich große Milbenmasse.

Getrocknete Früchte, besonders Pflaumen, sind oft dicht mit Milben besetzt, die wegen ihrer weißen Farbe zwischen dem weißen Zuckerstaub nicht zu erkennen sind (Acarus farinae) (siehe Abb. 45). Andere Milbensorten peinigen unsere Haustiere. Hühner und Tauben sitzen oft voll davon; bei Hunden, Katzen, Pferden und Rindern erzeugen sie die Räude. Die Krätze beim Menschen wird ebenfalls von einer Milbenart hervorgerufen (Sarcoptes scabiei).

Milbenbefallene Futtermittel sind oft die Ursache von Haustiererkrankungen. Hans Zimmermann gibt eine Übersicht über die in der Literatur erwähnten Milbenvorkommnisse.

Manche Zecken sind Überträger der Krankheitserreger des Blutharnens der Weiderinder, Räudemilben der Gattung Dermatocoptes sind blutsaugend, der Gattung Dermatophagus hautschuppenfressend, der Gattung Sarcoptes Erreger der Krätze. Unsere Pferde zeigten im Kriege oft Kahlstellen durch Räudemilben. Die Hafermilbe schädigt manchen Haferbestand auf dem Feld (blutrote Färbung der Blätter, Blattscheiden und Spelzen, spiralige Drehung des letzten Halmgliedes,

Taubrispigkeit). Die Wohnungsmilbe (Glycyphagus domesticus) befällt auch den Menschen, ebenso die Mehlmilbe. Stark mit Milben besetzte Vanilleschoten gingen auch auf die Arbeiter über, die letztere abbürsten sollten, und erzeugten Ausschläge am ganzen Körper, besonders im Gesicht. Käsemilben erzeugen Darmkatarrhe und gelangen in den Stuhl, Urin und in den Eiter des Menschen; sogar in Hodengeschwülsten hat man sie zwischen den Samenfäden gefunden. Auf einem mecklenburgischen Gute war 1916 Kleeheu, das vor der Ernte Regen bekommen hatte, von Milben derart bevölkert, daß sie wie Sägemehl in einer Sägemühle die Viehhausdiele unter den Heuwurfluken bedeckten. Beim Verfüttern des Klees im Winter wurden keine lebenden Milben mehr bemerkt, auch traten Erkrankungen der damit gefütterten Pferde, Kühe nicht ein.

Infolge der Beschlagnahme und Massenanhäufung sowie langen Lagerung der Futtermittel in den Speichern der Futtermittelämter trat während des Krieges namentlich die Mehlmilbe massenhaft auf und mußte sie durch Kochen, Dämpfen oder Erhitzen vor dem Verfüttern getötet werden. Stark mit der Heumilbe durchsetztes Heu muß vorher auch noch ausgestäubt werden, indem man es mit dem Flegel drischt und dann wirft oder durch eine mit einem Ventilator versehene Dreschmaschine gehen läßt. Da bei starkem Milbenbesatz gewöhnlich auch Schimmelpilze und Bakterien massenhaft sich entwickeln, schien es bisher fraglich, ob nicht letztere die eigentliche Ursache von Magen- und Darmkatarrhen darstellen.

Zimmermann brachte fünf Fälle zur Sprache, in denen milbenhaltiges Futter an Pferde verabfolgt worden war, die unter meist kolikartigen Erscheinungen erkrankten oder zugrunde gingen, einige weitere Fälle betrafen Schweine, Zuchtsauen, Hühner.

Nach ihm ist es nicht mehr zweifelhaft, daß bei Massenvermehrung von Milben in Futtermitteln die Milben als solche imstande sind, Magen- und Darmerkrankungen sowie Todesfälle bei Pferden und schwere gesundheitliche Störungen auch bei Schweinen zu verursachen. Daher sollte bei allen Futtermitteln auf Milbenbesatz geachtet werden und dieser durch Hitze oder Dampf oder Kochen abgetötet, das Futter selbst aber darauf probeweise und in kleinen Gaben verabfolgt werden. Die Probe auf Milben soll in der Weise gemacht werden, daß man eine Flasche aus hellem Glas und mit weiter Öffnung vorsichtig zur Hälfte mit dem Futtermittel füllt und mit Kork oder Papier verschlossen in einen hellen warmen Raum hinstellt. Nach einigen Tagen betrachtet man mit einer Lupe die inneren Glaswandungen, an denen die Milben empor zu kriechen pflegen.

Für größere Vorratsräume und Speicher käme das Zyanwasserstoffverfahren in Betracht. Auskunft hierüber gibt der Technische Ausschuß für Schädlingsbekämpfung (Berlin W 66, Wilhelmstr. 45). (Hans Zimmermann, Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, 36, 1918, 7. Sept.)

Nächst der Läuseplage hat die Räudeplage im Kriege die größten finanziellen Opfer gefordert: etwa 50 Mill. Mark. Bevor eine erfolgreiche

Bekämpfung einsetzen konnte, mußte auch hier wieder die Biologie der Sarcoptes- und Dermatocoptes-(= Psoroptes-)Arten einwandfrei klargelegt werden. Nöller hat die schweflige Säure als besonders geeignet zur Bekämpfung gefunden. Zuerst werden die Tiere geschoren, dann reibt man vorsichtig Kopf- und Vorderhals wiederholt mit Petroleum ein; schließlich wird das Tier in einer Gaszelle mit 4 bis 4,5 Vol.-Proz. SO_2 bei einstündiger Wirkungszeit behandelt, wobei Sorge zu tragen ist, daß die Temperatur nicht unter 20° sinkt. Oft genügt eine einmalige, meist eine zweimalige Vergasung, um räudekranke Pferde zur Heilung (d. h. Abfallen der Borken, Nachwachsen der Haare, Kräftigung des ganzen Tieres) zu bringen.

Ludwig-Greiz hat in einer besonderen Schrift: „Über die Milbenplage der Wohnungen, ihre Entstehung und Bekämpfung", Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1904, dargetan, daß sowohl die Hausmilbe (Glyciphagus domesticus) als auch die Pflaumenmilbe (G. spinipes), die Mehlmilbe (Aleurobius farinae) und die Käsemilbe (Tyroglyphus siro)

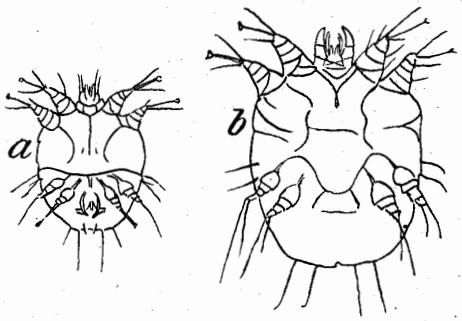


Abb. 43. Krätzmilbe. Sarcoptes scabiei, nach Gudelen. *a* Männchen. *b* Weibchen. Beide von der Bauchseite.

Abb. 44. Demodex folliculorum, Haarbalgmilbe, nach Megnin.

und ihr Verwandter T. longior mitunter in großen Mengen in den Wohnungen an Polstermöbeln, in Betten, Kleidern, auf allen Gegenständen der Zimmer, Küchen, Keller aufgetreten sind — und zwar in solcher Menge, daß sie zu einer wahren Plage wurden und die Bewohner vielfach der Verzweiflung nahe brachten. Mit Desinfektionsmitteln ist meist kein radikaler Erfolg zu erzielen. In hermetisch verschließbaren großen Holzkisten müssen Möbel, Kleider, Betten Schwefelkohlenstoffdämpfen drei Tage lang ausgesetzt werden. Offene Räume müssen mit Ammoniakdämpfen behandelt werden. Die Wände sind mit Anilin oder Kalkmilch zu bestreichen, am besten nach Entfernung der Tapeten, die Fußböden wiederholt mit Petroleum aufzuwischen. Fleißiges Lüften und gutes Austrocknen der Zimmer ist ebenfalls anzuraten.

Unter die Feinde dieser Milben ist eine größere Milbenart (Cheyletus eruditus) zu zählen, ferner der Getreideschmalkäfer (Sylvanus frumentarius; siehe S. 271), Silvanus advena und eine Reihe anderer Käfer aus der Reihe der Cucujiden, die sich von Milben und deren Larven nähren.

Aus den Eiern der Milben gehen zunächst sechsbeinige Larven hervor, die dann nach einem achtbeinigen Nymphenzustand zum geschlechtsreifen Tier auswachsen. Besonders widerstandsfähig sind die Nymphen.

Eine in ihrer Gesamtentwicklung noch mangelhaft gekannte Milbe, die namentlich Frauen und Kinder im Sommer belästigt und Beulen in den Kniebeugen und in der Schamgegend erzeugt sowie lästiges Jucken, ist die 0,2 mm lange rote Erntemilbe

(Leptus autumnalis), die außer auf Menschen auf Hasen, Kaninchen, Mäusen, Igel, Spitz- und Fledermäusen, Hund, Katze und Huhn nachgewiesen ist.

Sarcoptes scabiei (Krätzmilbe). Die Weibchen bohren in die menschliche Haut lange Gänge, an deren Enden sie sich aufhalten, und erzeugen durch ihre Stiche den unter dem Namen Krätze bekannten Hautausschlag. Die ausschlüpfenden Jungen haben mehrere Häutungen zu bestehen; aus den aufgekratzten Stellen kommen sie hervor und können so leicht auf andere Personen übertragen werden, sei es durch Handschlag oder durch Wäsche, Bettzeug, Türklinken, Treppengeländer usw. Die ausgewachsene Milbe besitzt vier fünfgliedrige Beinpaare, von denen die beiden vorderen in eine gestielte Haftscheibe auslaufen; dasselbe gilt vom letzten Beinpaare des Männchens.

Auf den Haustieren leben verschiedene Arten von Krätzmilben, die auch auf den Menschen kurze Zeit übertragen werden können, z. B. Symbiotes equi.

Bekannt ist, daß namentlich die Personen des Bäckereigewerbes häufiger von der Krätze befallen werden.

Eine in der Bauart von den bisher besprochenen Milben außerordentlich abweichende Art ist die Demodex folliculorum, die in den Haarbälgen des Menschen schmarotzt und die Ursache der Mitesser werden kann. Der Körper ist entsprechend den engen Hautporen ganz langgestreckt und schmal. Da die Milbe tief sitzt, ist sie schwer durch Ausdrücken der Mitesser zu entfernen; wohl aber gelangen die Eier und Jungen leicht nach außen, von wo sie, z. B. durch Abwischen des Gesichts mit den Händen, sehr leicht auf andere Personen oder Gegenstände (z. B. die Tische in den Gasthäusern) übertragen werden können.

Die Milbe ist außerordentlich schwer im mikroskopischen Präparat der Mitesser zu entdecken, und es gibt nicht allzuviel Zoologen und Mediziner, die sie zu Gesicht bekommen haben.

Milben auf Gerste und Malz. Maischen und Bierwürzen liefern bei der mikroskopischen Untersuchung hin und wieder ebenfalls Bilder

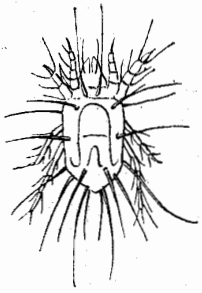


Abb. 45. Zuckermilbe, Tyroglyphus (Acarus) farinae.

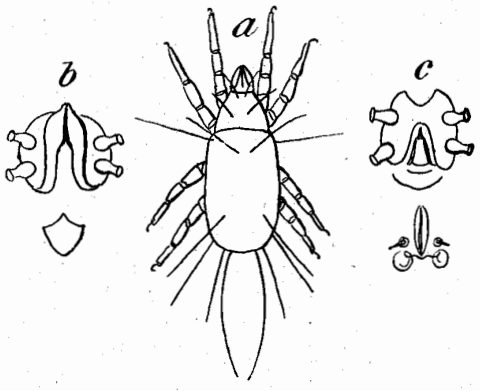


Abb. 46. Getreidemilbe. *a* Ansicht von der Rückenseite. b Genitalapparat des Weibchens, *c* des Männchens; beide mit Haftkolben. Bei *b* ist unten der After geöffnet, in *c* geschlossen dargestellt. In *c* sieht man neben dem After noch zwei Haftgrübchen.

von Milben oder einzelnen Teilen derselben. Hier ist ihre Herkunft vom Hopfen oder vom Malz. Namentlich das Malz auf der Tenne wird hin und wieder von einem derartigen Schädling heimgesucht. Verfasser fand in Gerstenstaub, der ihm von einer Gerstenablieferung gesandt war, bei welcher die Arbeiter und Beamten stark juckende, rote Hauterhebungen von Stecknadelkopfgröße an den Händen bekommen

hatten, zahlreiche Milben vor. Nach Wichmann gehört die Malzmilbe zur Familie der Tyroglyphiden und wahrscheinlich zur Gattung Glyciphagus, von welcher mehrere Arten auf getrockneten Früchten als weißer Belag oder auf Kartoffeln, namentlich auf kranken, oft in ungeheurer Menge vorkommen.

Der Leib der Malzmilbe ist langgestreckt, eiförmig, durch eine Querfurche zwischen dem zweiten und dritten Beinpaare gegliedert und mit langen, borstenartigen Haaren besetzt. Der augenlose Kopf endet in einem konischen Rüssel mit scherenförmigen Kieferfühlern und ist mit einer schildartigen Platte bedeckt. Die Beine, acht an der Zahl, sind fünfgliedrig, ziemlich lang und das Endglied mit einer Kralle versehen, die von tütenförmigen Lappen umgeben ist. Das Endglied des ersten und zweiten Beinpaares besitzt überdies Tastkörper, das dritte an allen Gliedern je eine lange Basalborste.

Nach Wichmann hat es die Milbe hauptsächlich auf den zuckerhaltigen Keimling abgesehen und vermehrt sich ausschließlich in diesem zu einer Zeit, wo die Gerste auf der Tenne auskeimt. Die Tiere dringen wahrscheinlich beim Würzelchen in das Korn ein. Die Vermehrung ist eine außerordentlich rasche; in jedem Keimling wurden 10 und mehr ausgewachsene Individuen gefunden. Daneben war noch eine zweite Generation vorhanden. Diese wandert jedenfalls später aus und sucht neue Körner auf.

Beim Abdarren des Malzes, auch bei niederer Temperatur, 50° C, werden sowohl die Milben als auch die Eier vollständig getötet.

In dem Malz findet man alsdann nur noch ein feines Pulver an der Stelle, wo der Keimling liegt, vor, welches außer den Milbenleichen noch die Eier und abgeworfene Bälge sowie die Exkremente enthält.

Wichmann hat Malze getroffen, bei denen nur 1—2% der Körner milbenfrei waren. Er hat dann auch gezeigt, daß dieses feine Pulver dem Malz und auch den davon hergestellten Maischen und Würzen einen unangenehmen Geruch erteilt, selbst dann, wenn das Malz sonst bester Qualität war.

In Abb. 46 ist eine vom Verfasser auf Roggen angetroffene Milbe gezeichnet, deren Haftorgane wie kleine Erlenmeyersche Kölbchen aussehen.

Auch Kartoffeln bleiben von Milben nicht verschont. Am zahlreichsten findet man sie in der breiigen Masse bakterienfauler Kartoffeln. In Mieten verseuchen sie schließlich den ganzen Erdboden und greifen im nächsten Jahr, wenn an derselben Stelle Kartoffeln wieder überwintert werden sollen, schließlich auch die gesunden an.

Die Fraßstellen nehmen ihren Ausgang von Schorfstellen, auch von kleinen Verletzungen; die Exkremente sowohl als auch die eingeschleppten Bakterien erschweren ein Heilen der Wunde, namentlich bei feuchtem Wetter. Aber auch ohne gleichzeitige Bakterienhilfe vermögen die Milben, und zwar die vorläufig beobachtete Art Rhizoglyphus echinopus, Kartoffeln zu zerstören. Versuche zur Bekämpfung sind bisher noch nicht angestellt. Appel und Börner geben von den Schädlingen Abbildungen, die auch in Z. f. Spirit. 1905 Nr. 22 zu finden sind.

Essigmilben. Eine für die mikroskopische Beobachtung außerordentlich dankbare Milbe ist die auf den Buchenholzspänen der Essigständer häufig anzutreffende Art, welche dem bloßen Auge als kleine, mattglänzende Perle erscheint.

Der Inhalt der Milbe läßt sich durch leichten Druck auf das Deckgläschen sehr leicht entfernen, und es bleiben die chitinöse Leibeswand und die Beinpaare zurück, die jetzt sehr deutlich im einzelnen studiert werden können. Besonders lehrreich ist die Betrachtung der noch minutenlang andauernden Muskelkontraktionen in den Beinen und die dadurch bewirkte Bewegung der Fußkralle. Der Muskel ist an der letzteren befestigt wie die Schnur an einem Klingelzug. Die Abb. 47 macht eine weitere Erläuterung überflüssig. Eine andere sinnreiche Einrichtung sind die Haftgrübchen, welche die Genitalapparate umgeben, und welche bei der Begattung in Wirksamkeit treten. Die

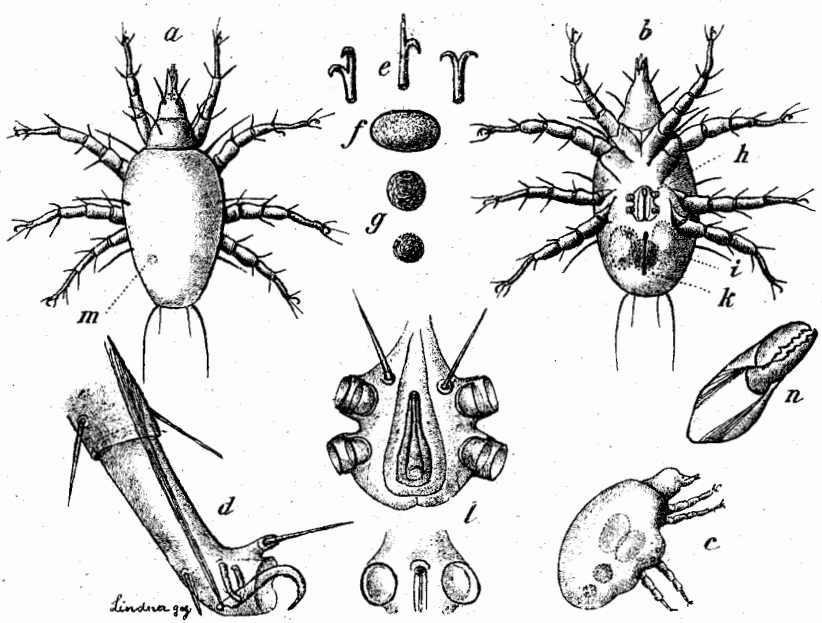


Abb. 47. Essigmilbe. *a* Weibchen von oben gesehen; *m* grünliche Tröpfchen unter der Haut, *b* Bauchseite; *h* Genitalapparat mit vier Haftgruben; *k* After, dahinter ein dunkler Kotballen sichtbar, rechts und links davon zwei Eier; *c* Weibchen von der Seite gesehen, mit zwei Kotballen und zwei großen Eiern im Innern; *d* letztes Glied eines Beines mit dem Klingelzugapparat an der Kralle; *e* verschiedene Krallenformen an den vorderen Beinpaaren; *f* Eizelle; *g* Kotballen; *l* Bauchseite eines Männchens, vier Haftgruben neben dem Penis und zwei Haftgruben neben dem After; *n* krebsschereähnliches Organ.

Männchen haben übrigens noch zwei besondere Haftgrübchen neben dem After. Letzterer ist ein langer Spalt, der sich bei dem Entleeren der großen Kotballen weit öffnet und dann einen wappenschildähnlichen Umriß zeigt. Im durchfallenden Licht erscheinen die Kotballen schwarz, im auffallenden wie die Eier hell.

Milben auf getrockneter Hefe, die lange in Blechbüchsen aufbewahrt worden war, hatten die ganzen Wandungen mit ihren Exkrementen staubartig bedeckt. Merkwürdig war der Geruch, der sich hier bemerklich machte: er erinnerte an frischen Rahm. Sehr reich an Milben sind oft auch unsaubere Bierfilze[1]) in den Wirtschaften; beim Spülen der unten meist ausgehöhlten Biergläser kommen hier jedenfalls öfter Milben mit ins Spülwasser und somit auch in das Glas.

[1]) Ludwig-Greiz hat „Über Milben der Bierfilze" in der Zeitschrift f. ges. Naturw., Halle a. S., 1879, geschrieben und die Arten Tyroglyphus longior, Glyciphagus spinipes und domesticus festgestellt; ferner hat er „Die Milbenfauna der Käse" genauer untersucht und in „Natur und Schule", 1907, 4. Heft, S. 170ff. mit 14 Abbildungen beschrieben.

62. Die wichtigsten Speicherschädlinge.

Es ist für den Gärungspraktiker, Müller und Landwirt unumgänglich notwendig, daß er auch in diesem Kapitel etwas Bescheid weiß; sind doch die Schädigungen, welche z. B. der Kornkäfer und die Kornmotte anrichten, oft gar bedeutende. Was uns besonders bei der Mehrzahl dieser Tiere auffällt, ist ihre Bedürfnislosigkeit gegenüber flüssiger Nahrung. Selbst in ziemlich trockenem Malz und Getreide können sie monate- und jahrelang hausen, ohne daß ihnen auch nur ein Tropfen Wasser zur Verfügung steht, und dabei sind ihre Larven so fett und saftig wie die Maden, die wir in einem Apfel oder einer Pflaume antreffen. Gerade die Larven richten am meisten Schaden an. Bei der Kornmotte ist die Motte selbst völlig unschädlich; sie lebt ja in diesem Zustand eigentlich nur den Zwecken der Begattung und des Eierablegens. Der Kornkäfer jedoch bohrt beständig in den Mehlkörper der Getreidekörner mit seinem Bohrrüssel.

Wir wollen uns mit den beiden erwähnten Arten etwas genauer beschäftigen, da sie am häufigsten vorkommen und in betreff der Schädlichkeit oben anstehen.

Probe auf Gegenwart von Käfern im Getreide oder Malz.

Von besonderer Wichtigkeit für den Praktiker ist es, zu erfahren, ob er beim Einkauf von Gerste oder Malz auch Kornkäfer oder andere Schädlinge mitgekauft hat.

Verfasser hat den Vorschlag gemacht, daß von der zu kaufenden Ware sowohl Käufer wie Verkäufer eine Menge von ungefähr 1 l (gute Durchschnittsprobe) zurückbehalten und in sauberem Gefäß verkorkt mit dem Siegel des Verkäufers versiegeln. (Die Glasbläserei des Instituts für Gärungsgewerbe hält geeignete Gefäße für den Zweck auf Lager.) Falls man annehmen kann, daß das Getreide zu trocken ist, kann man die Probe erst eine Weile in einem feuchten Raume etwas Wasser anziehen lassen, damit die Getreideschädlinge nachher genügende Feuchtigkeit zur Entwicklung vorfinden. Die Probe wird außerdem etwas warm gestellt, doch nicht über 30° C. So sind die Verhältnisse möglichst günstig für das Auskommen und die Vermehrung der Schädlinge. Wenn nach drei Monaten noch nichts davon zu bemerken war, dann kann man mit der Probe zufrieden sein.

Die Probe muß durchaus zugekorkt gehalten werden, namentlich wenn sie im trockenen Zimmer aufbewahrt wird. Mehrere Schüler des Verfassers haben die Versuche über die Vermehrungsgeschwindigkeit des Kornkäfers selbst einmal anstellen wollen und hatten die Pärchen mit einigen Getreide- oder Malzkörnern einfach in je ein kleines Gläschen gebracht und oben einen losen Wattepfropf oder Drahtgaze aufgesetzt. Nach kurzer Zeit schon waren die Pärchen einfach vertrocknet. Auf den Getreideböden mit der wechselnden Feuchtigkeit liegen die Verhältnisse doch anders als wie im Zimmer. Besonders günstig für die Entwicklung der Käfer ist ein Getreidelager, zu dem der Dampf vom Sudhaus oder ähnlichen feuchten Räumen dringen kann. An den beschlagenen Fenstern solcher Räume kann man insbesondere zahlreich Käfer versammelt sehen. Vielleicht suchen sie gerade die Fenster auf, um ihren Durst einmal ordentlich zu be-

friedigen. In zugekorkten Getreideproben kann man nach 8 bis 9 Jahren noch massenhaft lebende Käfer antreffen. Hier ist aber in Betracht zu ziehen, daß das durch die Atmung der Käfer und des Getreides entstehende Wasser in dem Gefäß erhalten bleibt und geradezu sich anhäuft, so daß die Probe etwas verjaucht aussieht.

Beachtenswert ist die Beobachtung eines Praktikers, der auf dem Boden, auf welchem er neben Gerste gleichzeitig Malz, das direkt aus der Darre gekommen, lagerte, nie Käferentwicklung fürchtete, auch wenn mit der Gerste Käfer eingeschleppt waren. Indem die Bodenfenster geschlossen gehalten wurden, wirkte das Malz eben trocknend und hinderte so die Käferseuche.

Um aus einer Getreideprobe darin verborgene Käfer hervorzulocken, stellt man die Probe auf eine genügend heiße Unterlage; die Käfer

Abb. 48. Der schwarze Kornkäfer (Calandra oder Sitophilus granaria). Links Puppe, gleichwie der in der Mitte abgebildete Käfer stark vergrößert; rechts Larve und Käfer an Gerstenkörnern, kaum vergrößert.

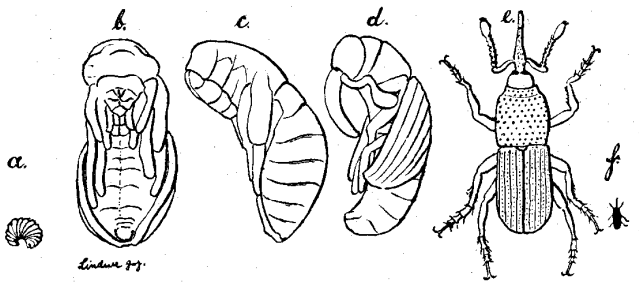


Abb. 49. Verschiedene Entwicklungsstadien des schwarzen Kornkäfers. *a* Larve. *b*—*d* Puppenstadien. *b* Ansicht von der Bauchseite. *c* und *d* Seitenansicht. *e* Fertiger Käfer. *f* Derselbe in natürlicher Größe.

steigen dann sogleich an die Oberfläche. Durch diese Probe erfährt man jedoch nur, ob ausgewachsene Käfer zugegen, Eier und Larven und Puppen bleiben unentdeckt oder können nur durch eine Schnittprobe nachgewiesen werden.

Der Kornkäfer oder Kornrüßler.

Calandra (auch **Sitophilus**) **granaria** *L.*, auch einfach Krebs, Klander, Scharbock, Wippel, Spanier, Spaniola genannt, wird bis 4 mm lang und 1 mm breit; von Farbe anfänglich rotbraun, wird er später immer dunkler bis schwarz. Der Vorderkopf verlängert sich in Form eines schlanken Rüssels, der an der Spitze die kleinen Bohrwerkzeuge trägt. Der kleine Kopf trägt unmittelbar vor den Augen, an der Wurzel des Rüssels eingefügt, knieförmig umgebogene Fühler mit sechsgliedriger, geknopfter Geißel von fast gleicher Länge wie der Schaft. Der schwach gebogene Rüssel wie der Halsschild und die Flügeldecken sind mit kleinen Vertiefungen verziert. Die Flügel sind verkümmert; daher ist auch ein Fliegen unmöglich. Nur der nahe verwandte, etwas kleinere Reisrüßler (indischer Kornkäfer), der sich in letzter Zeit auch schon auf unseren Getreideböden öfters einstellt (**C. oryzae**), hat entwickelte Flügel und zum Unterschiede von **C. granaria** auf der Flügeldecke je zwei gelbrote Punkte. In der Heimat erfolgt die Eiablage nicht im Lager, sondern schon auf dem Felde. Eine dritte Art, **C. linearis,** die bei uns sehr selten ist, ist auch punktiert.

Die Larve erscheint im jüngsten Zustande als ein stecknadelkopfgroßer, kugelig gekrümmter, weißer Körper (nur die Mundteile sind bräunlich gefärbt) mit starken Querfalten. Fußpaare sind nicht ausgebildet. Die ausgewachsene Larve wird gegen 3 mm lang.

Die Puppe ist schlank, weiß und erst später von bräunlicher Farbe. Die Schenkel und Schienen der Vorder- und Mittelbeine liegen über den Flügeldecken; die Hinterbeine ragen neben den Spitzen der Flügeldecken etwas nach außen hervor. Der Rüssel ist deutlich erkennbar. Länge bis 4 mm.

Der Kornkäfer besitzt ein außerordentlich zähes Leben und eine ebensolche Gefräßigkeit. Um so mehr tut Hunger ihm weh, und ein dreimonatiges Fasten richtet ihn nach Schiemenz unfehlbar zugrunde. Die Paarung findet das ganze Jahr hindurch statt, vorausgesetzt, daß er nicht der Winterkälte ausgesetzt ist. Im Getreide bevorzugt er die Stellen, die wärmer sind. Bei der Wahl zwischen Gerste und Malz gibt er letzterem den Vorzug, da der Mehlkörper hier lockerer ist.

Auf den Getreideböden verkriecht er sich im Herbst in die Fugen und Ritzen bzw. auch in die in Bodenritzen eingeklemmten Getreidekörner. Im Frühjahr kommt er wieder hervor, und das Fortpflanzungsgeschäft fängt an. Wie alle Rüsselkäfer bohrt das befruchtete Weibchen gewöhnlich an der zartesten Stelle, da wo der Keimling liegt, mit dem Rüssel ein kleines Loch, wendet sich um und legt in die Vertiefung mit seiner am Hinterleibe befindlichen Legeröhre eins, seltener zwei, dann und wann sogar drei Eier, die etwa 0,5 mm lang sind. Die Larve kommt nach 10 bis 12 Tagen aus und bohrt sich weiter in das Korn hinein, bis sie es ganz oder beinahe ganz ausgefressen hat und sich verpuppt, was nach etwa vier Wochen eintritt. Die Puppe entwickelt sich dann innerhalb 10 Tagen zum vollkommenen Kerf. Der Käfer bohrt in der Nähe der Spitze oder des Keimlings ein 1 mm weites Loch und verläßt das Korn, um nur gelegentlich darin wieder Schutz zu suchen.

Ungefähr Anfang Juli ist die Entwicklung des Eies zum geschlechtsreifen Käfer vollendet; diese Generation erzeugt noch in demselben Jahre eine zweite, welche Ende September oder Anfang Oktober ihre Entwicklung beendet und dann überwintert.

Die Frage, ob der Kornkäfer an neues Getreide geht, läßt sich nur von Fall zu Fall beantworten.

Die in unseren Gegenden Mitte Juli geerntete Gerste wird kaum vor Anfang September lagerreif, und vorher dürften kaum Eier darin abgelegt werden, auch nicht von der zweiten Generation der Käfer, die schon Anfang Juli erscheint. Eine Schädigung der lagerreifen Gerste durch ausgebildete Käfer wird indessen auch keine großen Dimensionen annehmen können, da diese bereits im Oktober, spätestens Anfang November, ihr Winterquartier beziehen. Im Frühjahr dagegen, von April an, beginnt die Vermehrung der Käfer und die Hauptschädigung des Getreides. Das Mischen von alter, infizierter Gerste mit frischer kann großes Unheil anstiften.

Teidemann macht auf die Getreidevorräte, welche die Mäuse unter den Dielen zusammentragen, als ständige Ausgangspunkte der Krebsinfektion aufmerksam und empfiehlt Desinfektion des Raumes unter den Dielen und der Verschalung mit 5%iger Kupfervitriollösung, ferner Ausfüllen der Zwischenlage mit trockenem Sand und Holzasche.

Zur Vertilgung des Käfers auf Böden macht man es so, daß man das Getreide möglichst hoch schichtet und einige Schalen mit Schwefelkohlenstoff darauf stellt. Um den Haufen streut man einen kleinen Wall, in dem die auswandernden Käfer Zuflucht suchen. Nach 24 Stunden fege man denselben zusammen, schicke ihn über die Putzmaschine und verbrenne die Käfer.

Auch einfache glatte dunkle Schalen, in die nicht mehr als 1 m hohen Haufen eingedrückt, sind als Fangapparate ausgezeichnet, indem die Käfer an der glatten Wand nicht mehr hoch kommen.

Henneberg macht den Vorschlag, Sperlinge in stark infizierte Speicher zu lassen, da diese den Käfern gegenüber dem Getreide als Nahrung den Vorzug geben. Auch tüchtiges Lüften und Umschaufeln des Getreides erschwert den Käfern das Leben. Man pflegt auch feuchte Lappen, Decken, Späne auf das Getreide zu legen und in diesen die Käfer einzufangen.

Auch Schwefelkohlenstoff ist sehr wirksam. Man schüttet das Getreide in ein Faß und gibt etwas Schwefelkohlenstoff hinein. Nach 2 Stunden ist der Käfer hierbei abgetötet.

In Indien hat man auf das infizierte Getreide vor dem Umarbeiten dalmatinisches Insektenpulver gestreut und damit bessere Resultate gehabt als mit Schwefelkohlenstoff und dem gleich wirksamen, aber kostspieligeren Tetrachlorkohlenstoff. Auch Dr. Störmer, München, hat das dalmatinische Pulver bewährt gefunden.

Schwefelkohlenstoff darf nicht länger als 6 Stunden auf Getreide einwirken, da sonst die Keimfähigkeit leidet.

Professor Dr. Hoffmann hat in der Illustr. Landw. Zeitung, Berlin SW 11, Dessauer Straße 6, im Oktober 1906 Vorschriften für die Bekämpfung der Getreideschädlinge, insbesondere des schwarzen Kornkäfers, als Flugblatt herausgegeben.

Er empfiehlt mehr noch als Schwefelkohlenstoff Anilinöl (1 : 15 Wasser) als Vertilgungsmittel der Käfer in einem vom infizierten Getreide entleerten Behälter oder auf einem Boden. Alle Wände, Fugen und Winkel werden mit der Mischung ausgespritzt oder eingepinselt. Arbeiter dürfen nicht länger als 2 Stunden in solchem Raum arbeiten. Die Anilindämpfe lasse man womöglich 8 Tage lang einwirken. Das infizierte Getreide lasse man über eine Reinigungsmaschine mit geeigneten Sieben gehen. Die Käfer vertragen die Erschütterung nicht, verlassen das Innere der Körner und werden abgesiebt, gesammelt und verbrannt. Arg infizierte Kornhäuser, welche die Plage nicht bewältigen konnten, wurden von ihr befreit, als sie Rieseleinrichtung erhielten. Sehr wirkungsvoll hat sich 24stündiges Erhitzen des gesackten Getreides auf einer Malzdarre bei 50 bis 60° Lufttemperatur erwiesen. Die Käfer flüchten in das Innere der Masse und verenden dort. Das lästige Fortwandern der Käfer ist hier unmöglich gemacht. 24 Stunden bleibt das Getreide noch zur Abkühlung in Säcken.

Siloschächte werden zweckmäßig mit Schwefelkohlenstoff desinfiziert; am nächsten Tag öffnet man den Schacht oben und unten, damit die Gase sich verziehen. Am dritten Tage werden die Wände abgefegt und das vielfach nur scheintote Ungeziefer unten gesammelt und verbrannt.

Stark infiziertes Getreide bekommt von den Exkrementen, die als lockeres Pulver im Korn liegen, einen unangenehmen Geruch, der auch beim Maischen nicht ganz verschwinden dürfte. Wirft man von dem Käfer stark besetzte Körner ins Wasser, so schwimmen diese meistens auf der Oberfläche. Von den untersinkenden Körnern kann das eine oder andere aber auch eine kleine Made beherbergen. Die Hohlräume sind nur nicht groß genug geworden, um das Korn so leicht zu machen.

Über die Vermehrungsgeschwindigkeit sind folgende Angaben gemacht worden. Ein Weibchen soll bis 150 Eier legen, und von einem einzigen Paar sollen im Laufe eines Jahres 6000 bis 10000, ja bis 200000 Nachkommen erzeugt werden können. Nach einzelnen Angaben soll ein Weibchen den ganzen Sommer über an jedem Tag ein Ei legen.

Außer Gerste und Malz wird auch Roggen, Weizen, Spelz, Hafer, Mais, Reis, Hirse und Buchweizen von dem Käfer befallen. Besonders stark soll häufig der aus Rußland importierte Roggen von dem Käfer besetzt sein (bis 25% der Körner wurden infiziert gefunden). Je feuchter das Korn, desto schneller und zahlreicher entwickeln sich die Käfer.

In den von dem Käfer angebohrten Körnern siedelt sich auch die Mehlmilbe leicht an; ist doch Mehlstaub reichlich genug vorhanden. Besieht man den Staub, den vom Kornkäfer befallenes Getreide liefert, so findet man unter dem Mikroskop hauptsächlich die zylindrisch geformten Exkremente vor, die namentlich bei auffallendem Licht weiße oder gelbliche Färbung zeigen, je nachdem die Nahrung aus dem Mehlkörper oder aus der Aleuronschicht entnommen war. Die gelblichen Stücke sind meist beiderseits zugespitzt; auch bei Zusatz von Jod behalten sie eine gelbe Farbe, während die übrigen, nicht so konsistenten, mehr brüchigen Kotmassen wegen ihres außerordentlichen Stärkereichtums (die Stärke also nicht verdaut!) ganz schwarz erscheinen.

Die Breite der Kotstücke ist durchgängig ziemlich gleich, etwa 60 μ. Die Länge variiert sehr, und es kommen solche bis 400 μ vor. An der Form der Kotstücke kann man

sehr gut unterscheiden, ob die Körner von den Larven des Kornkäfers oder den Raupen der Kornmotte befallen sind. Die Kotstücke der Mottenraupe sind beträchtlich breiter, bis dreimal so breit, aber nicht entsprechend lang; sie haben oft das Aussehen einer gestielten Traube und sind untereinander häufig durch feine Gespinstfasern verbunden.

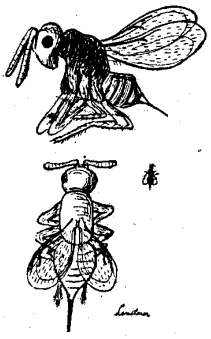


Abb. 50. Schlupfwespe, Lariophagus distinguendus (Först) Kurdj, Pteromalus Calandrae Howard, welche in die Larven des Kornkäfers ihre Eier ablegt.

Verhalten des Kornkäfers zum Licht. Während er den Wärmestrahlen entgegengeht, wandert er bei einseitig einfallendem Licht in der Richtung des Lichtstrahls fort. Er ist negativ heliotrop.

Sperren wir eine größere Menge Käfer in ein zylindrisches Gefäß, und nähern wir uns dem Fenster, so schwenken sämtliche Käfer um und wandern auf die dem Fenster abgelegene Stelle des Gefäßes zu. Kehren wir nun die hintere Stelle nach vorn, so tritt wiederum ein Frontwechsel bei den Käfern ein. —

Als bestes Vertilgungsmittel wird das langsame Abdarren des Getreides auf Temperaturen, die die Keimfähigkeit nicht zerstören, etwa 50° C, angegeben. Weitere Einzelheiten sehe man bei Schiemenz, Wochenschrift für Brauerei 1897, S. 89 u. ff., nach.

Feinde des Kornkäfers. Einen natürlichen Feind besitzt der Kornkäfer in einer kleinen **Schlupfwespe** (Lariophagus distinguendus). Verf. beobachtete sie häufig auf Getreideböden, wo sie an den Säcken und auch an den Fensterscheiben leicht zu finden ist. Sie ist ein kleines flinkes Tierchen, welches zwar seine vier Flügel hat, aber sie doch meist nur zu einem flohähnlichen Hüpfen gebraucht. Die Wespe bewegt sich außerordentlich geschickt auch zwischen den Körnern, indem sie dieselben emsig mit ihren Fühlern betastet und dieselben eventuell ansticht. Die Löcher sind glatt und rund und von dem Durchmesser eines Stecknadelstiches. Wird sie unsanft berührt, so hüpft sie fort oder zieht die Beine an und stellt sich tot wie der Kornkäfer und läßt sich dann ruhig von den Körnern hin und her rollen, wie es alle Getreideparasiten machen. Sie sticht die Käferlarven jeden Alters an und legt darin ihre Eier ab, die dann zu kleinen Larven werden; man findet in kleinen Käferlarven oft fast ebenso große Wespenlarven. Die Wespenlarve frißt die Käferlarve bzw. Puppe leer und schlüpft dann aus, um sich in demselben Korn neben der abgestorbenen Käferlarve zu verpuppen.

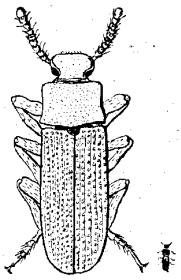


Abb. 51. Tribolium ferrugineum.

Tribolium ferrugineum ist ein langgestreckter, gleich breiter, ziemlich flach gewölbter Käfer von 3 bis 5 mm Länge, 1 bis 1,5 mm Breite und rötlich gelbbrauner oder kastanienbrauner, mattglänzender Färbung. Der Kopf ist bis zu den ziemlich großen schwarzen Augen in das Halsschild eingezogen. Fühler elfgliedrig, die drei letzten Glieder besonders stark entwickelt. Flügeldecken von gleicher Breite wie das Halsschild, etwa doppelt so lang als breit.

Eine eingehendere Beobachtung des Tieres hat Albrecht Hase in den Sitzungsberichten der Ges. naturf. Freunde, Berlin 1919, Nr. 10, gegeben. Weibchen sind meist zahlreicher als die Männchen, etwa wie 2,3 : 1. Sie nähren sich jedenfalls von dem Mehlstaub, den die Kornkäferlarven übriggelassen. An feuchten Fensterscheiben holen sie sich das Wasser. Sie können bis 12 Tage hungern, ehe sie absterben.

Die Larve ist dem Mehlwurm ähnlich, jedoch nur 7 mm lang. Der Kopf trägt sehr kurze, viergliedrige Fühler. Der letzte Leibesring ist sehr kurz und am Ende mit zwei rostfarbenen, stark nach oben gebogenen Dornen bewehrt. Die Puppe ist etwa 3 mm lang, zuerst rostfarben, dann dunkler. Die Verwandlung der Larve in die Puppe und den Käfer vollzieht sich ungemein schnell. Man hat bewegliche Larven am folgenden Tage als Puppe und schon nach weiteren $1^1/_2$ Tagen als Käfer beobachtet.

, Jedenfalls mit Mais, den er namentlich in Amerika häufig befällt und verwüstet, eingeschleppt, hat er sich namentlich in Mühlen und Mehlmagazinen eingenistet; aber auch auf alter Gerste hat ihn Verfasser zahlreich vorgefunden neben dem Kornkäfer und der Kornmotte.

Er hat wie der erstere die Gepflogenheit, bei der leisesten Berührung oder Erschütterung sich tot zu stellen, um später, wenn die Gefahr vorüber zu sein scheint, so schnell wie möglich ängstlich davonzutrippeln. An Getreidesäcken verbirgt er sich gern in den dunklen Falten des Bundes. —

Eine diesem Käfer durchaus ähnliche, wenn nicht gar identische Art ist als Zernager der Flaschenbierkorken in tropischen Gegenden festgestellt worden. Der Käfer frißt sich Gänge dicht an der Glaswandung; zuletzt schließt der Kork nicht mehr, und das pasteurisierte Bier verdirbt.

Der Getreideschmalkäfer (Silvanus frumentarius) kommt ebenfalls in Gesellschaft der vorher genannten häufig vor. Aus einer Malzfabrik erhielt ihn jedoch Verfasser

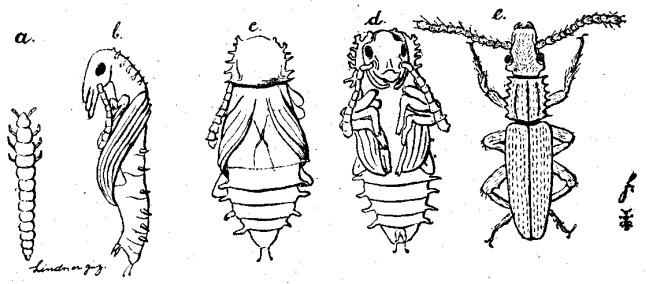


Abb. 52. Entwicklung des Getreideschmalkäfers, Silvanus frumentarius. *a* Larve. *b—d* Puppe von der Seite, von oben und unten gesehen. *e* Ausgebildeter Käfer. *f* Derselbe in natürlicher Größe.

einmal in fast absoluter Reinkultur zugesandt. Der Käfer ist etwa 3 mm lang; besonders charakteristisch ist das zackig geränderte Halsschild. Die keuligen Fühler sind elfgliedrig.

Die Larve ist 3 mm lang, walzenförmig; die Puppe hat ein bizarres Aussehen infolge der seitlichen Zacken.

Käfer und Larven leben in aufgespeichertem Weizen, Roggen, Gerste, Mais und Reis, auch in Kleie sowie in getrockneten Früchten. Besonders schädlich sind die Larven.

Der Getreideschmalkäfer ist ein bewährter Vertilger von Milben.

Mehlwurm und Mehlkäfer (Tenebrio molitor). Der Mehlwurm ist die Larve des Mehlkäfers, der sich nur nachts aus seinem Versteck herauswagt. Für die ganze Entwicklung braucht der Käfer ein Jahr. Im Sommer werden die Eier gelegt, und bis zum nächsten Frühjahr wachsen die daraus hervorgehenden Larven aus und verpuppen sich. Die Larve lebt im Mehl, Zwieback usw.; auch auf Malzböden trifft man sie sowie den Käfer an; sie soll auch Korke von Weinflaschen annagen. Kleine Tierleichen, die mit ihnen zusammen in einen Topf gegeben werden, werden so ausgefressen, daß das Skelett ganz sauber gewonnen werden kann. Da Mehlwürmer von Vogelhändlern gern und zu hohem Preise gekauft werden, verlohnt es sich, mehlige Abfälle zu einer Mehlwurmzucht zu verwerten. Auch hier gilt es, die Abfälle nicht zu sehr austrocknen zu lassen und zwischen sie feuchte Lappen zu legen, unter denen sich Käfer und Larven gern verkriechen.

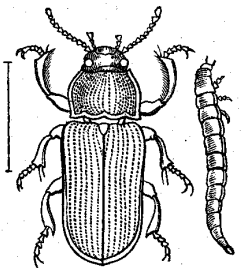


Abb. 53. Tenebrio molitor, Mehlwurmkäfer.

Die Küchenschabe (Blatta Phyllodromia germanica). Die Eier sind in einer länglichen Kapsel, die am Rande gesägt ist, eingeschlossen. Die Kapsel wird, oft teilweise aus dem Körper des Weibchens hervorragend, vier Wochen lang von diesem herumgetragen;

dann sind die Jungen (14 bis 42) entwickelt und schlüpfen aus, nachdem die Mutter mit den Beinen den gesägten Rand genügend gelockert hat. Nach etwa sieben Häutungen, die bei 22° etwa nach 9, 23, 51, 77, 101, 123 Tagen stattfinden, bei denen die Chitinhülle am Rücken platzt, ist die Schabe erwachsen. Auf 100 Männchen wurden etwa 161 Weibchen und 283 Larven eingefangen. In der Kultur kamen auf 100 Männchen etwa 115 Weibchen. Erst bei der sechsten Häutung treten geschlechtliche Differenzierungen auf.

Die deutsche Schabe ist ein Kosmopolit als Hausinsekt, findet sich aber auch im Freien in Wäldern; sie ist hauptsächlich aus den alten Kulturzentren des Ostens durch den Handelsverkehr verschleppt. Wo ihrer zuviel geworden, veranstalten sie bisweilen große Wanderzüge und dringen unter dem Schutz der Dunkelheit in ganz neue Gebäude ein. Den Tag über verbringen sie in Ritzen und Spalten in Lauerstellung. Nachts gehen sie auf Nahrungssuche aus; im Winter zumeist zwischen 5 bis $7^1/_2$ Uhr nachmittags. Klettern auch an glatten Wänden hoch und überspringen auch Spalten und erhöhte Hindernisse. Als Nahrung bevorzugt: gekochte Kartoffeln, Rüben, eingeweichtes Brot, Honig, Zucker, Schokolade, Mehlbrei, abgestandenes Bier, verschiedene Fette und Öle. Unter mit Bier getränkten Lappen sammeln sie sich massenhaft und können so durch Treten auf letztere zerstampft werden. Die Fraßspuren erweisen sich als kleine Gruben.

Die Männchen tragen auf der 7. und 8. Rückenplatte Drüsentaschen, an denen das Weibchen gern leckt, worauf es geschlechtlich erregt und zur Kopulation geneigter gemacht wird. Beim Begattungsakt, der nur etwa 6 Sekunden dauert, während das Liebesspiel sich auf 1 bis $1^1/_2$ Stunden ausdehnen kann, steht das Weibchen über dem Männchen; dieses schiebt seinen Hinterleib fernrohrartig aus und führt den löffelartigen Penis in die darüberliegende weibliche Geschlechtsöffnung ein. Mehrfache Befruchtung wurde beobachtet. 5 bis 7 Tage (bei 22°) nach der Kopulation schwillt der weibliche Hinterleib an; die Kokonbildung beginnt am 9. bis 13. Tage, der Kokon wird etwa 24 Tage vom Weibchen mit herumgetragen, dann schlüpfen die Larven aus. Nach 6 Monaten sind diese zu Vollinsekten herangewachsen. Weibchen können bis 40 Tage, Männchen bis 15 Tage hungern. Blausäuredurchgasung hat sich als vollkommenstes Gegenmittel bewährt. (Nach Joh. Wille, Beiheft 1 zu Bd. VII der Z. f. angewandte Entomologie. Paul Parey, Berlin 1920.)

Die Raupen von Tinea coccella zerstören oft die Korke in Weinkellern, so daß liegende Weinflaschen auslaufen, stehende geschmacklich ungünstig beeinflußt werden. Der Schmetterling fliegt beinahe das ganze Jahr im Weinkeller; er lebt nur kurze Zeit und legt die Eier auf faulendes Holz, an Fässer und Korkstoffe, in die sich die ausschlüpfenden Räupchen einbohren. In ganz trockenen Korken findet man sie nicht. Die beste Bekämpfungsart ist das Anbringen von Metallkapseln über den Kork. Wachsüberzüge erwiesen sich als ungenügender Schutz.

Die Entwicklung erfordert je nach den Nahrungs- und Temperaturverhältnissen längere oder kürzere Zeit und soll bisweilen vier Jahre dauern. Die Flügel entwickeln sich erst bei der letzten Häutung zur vollen Größe. Beim Männchen bedecken sie dann den größten Teil des Hinterleibes. Frisches Insektenpulver betäubt und tötet die Tiere; sie können dann morgens gesammelt werden. Das beste Gift ist eine Phosphorpaste, die auch in Pillenform verkauft wird. Schwefelkohlenstoffdämpfe, 24 Stunden lang in geschlossenen Räumen verdunstet, oder der Rauch von verbranntem Insektenpulver sind ebenfalls bewährte Gegenmittel.

Die Kornmotte (Tinea granella) ist ein kleiner, unserer Kleidermotte sehr ähnlicher Nachtfalter, der sich tagsüber ziemlich ruhig auf den Getreideböden verhält und deshalb selbst von Leuten, die tagaus, tagein dort beschäftigt sind, häufig nicht einmal wahrgenommen wird. Dies hat mit seinen Grund in der gleichen Färbung und Gestaltung mit den Getreidekörnern, auf denen sie sich niederläßt. Gegen Abend beginnt sie erst lebhaft zu werden und umherzufliegen, also zu einer Zeit, wo auf den Getreidespeichern gewöhnlich nicht gearbeitet wird. Wo Getreide in Säcken aufbewahrt wird, findet man die Motten hauptsächlich in den Falten am Sackbund. Untersucht man Körner von stark infizierten Stellen, so findet man bei genauerem Zusehen kleine rötliche, den Spelzen oder den Hüllschalen anhaftende Häufchen: es sind dies die

vom Weibchen abgelegten Eier. Sperrt man Motten in ein Glas ein, so bemerkt man bald, daß Schmutzflecke an der Wand sich häufen: es sind die Exkremente der Motten, die flüssig sind und lauter stark lichtbrechende Körperchen enthalten.

Hier hat man auch Gelegenheit, die Begattung zu beobachten. Männchen und Weibchen sind jedoch nur wenig voneinander unterschieden. Das erstere zeigt bei mikroskopischer Untersuchung am Hinterende scharfe Haken, mit denen es sich am Weibchen festklammert. Schüttet man den Staub von dem infizierten Getreide auf eine Glasplatte, dann bekommt man häufig genug auch die kleinen, aus den Eiern hervorgegangenen Raupen zu sehen, die außerordentlich lebhafte Sprungbewegungen ausführen. Die Raupen fressen nun die Körner an, oft mehrere benachbarte ziemlich gleichzeitig, und spinnen sie mit den feinen Spinnfäden, die sie absondern, mehr oder weniger fest zusammen; es kommt jedoch auch vor, daß solche Raupen nur ein Korn anbeißen und sich in ihm festsetzen, um darin fast bis zur Größe des Korns heranzuwachsen als „weißer Kornwurm". Der Mehlkörper wird bei der Gelegenheit fast ganz aufgezehrt. In solchen Körnern findet man oft die ganze Höhlung mit dichtem Gespinst austapeziert. Die Raupe kann so überwintern, um dann im Frühjahr in den Puppenzustand überzugehen. Dieser währt nur kurze Zeit, und die „Imago", der fertige Schmetterling, schlüpft durch ein schon vorher von der Raupe gebohrtes weites Loch aus den Hüllschalen hervor. Die Puppen gleichen sehr denen anderer Schmetterlinge, nur sind sie sehr klein.

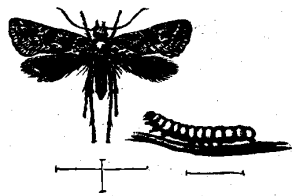


Abb. 54. Kornmotte mit Larve, weißer Kornwurm, sog. Getreidewolf.

Eine Zusammenstellung von Motte, Larve, Puppe und angefressenen Körnern zeigt Bild (**Bakal**) im Atlas.

Umstehende Abb. 55 zeigt uns die Raupe der mit der Kornmotte nahe verwandten Kleidermotte. Besonders interessant ist der Bau des Kopfes mit dem Spinnapparat und der Fußstummel mit dem Hakenkranz.

Es sind Angaben gemacht worden, wonach auf Speichern plötzlich solche Mottenepidemien ausgebrochen sind, daß die Arbeiter nur mit verbundenem Mund und Nase in dem Getreide arbeiten konnten. Wochenlang wurden täglich über 100000 Motten getötet und immer noch war kein Nachlassen in der Zahl zu bemerken. Verfasser hat selbst auch alte Gerste in Säcken gesehen, die fast nur aus hohlen bzw. mit Raupen ausgefüllten Körnern bestand.

Tägliche Jagd auf Motten sowie sorgfältiges Absuchen der Balken und Bretterverschläge ist notwendig, will man einer Massenverseuchung vorbeugen.

Das Radikalmittel wird auch hier ein vorsichtiges Darren bei etwa 50° C sein. Eine Erfahrung besagt auch, daß Sperlinge vorzügliche Jäger auf die Motten sein sollen, so zwar, daß sie bei reichlichem Vorhandensein derselben die Getreidekörner unberührt lassen[1]).

Schließlich möge nicht unerwähnt bleiben, daß die Verfütterung von stark durch Käfer und Motten geschädigtem Getreide für das Vieh leicht Lungenentzündungen und böse Katarrhe im Gefolge hat. Zu verwundern ist das nicht, wenn man den Staub von solchem Getreide sich mikroskopisch betrachtet. Es finden sich hier neben dem feinen Mehlstaub und den Exkrementen auch massenhaft die kleinen Flügelschüppchen der Motte mit ihrem stachlichten Besatz und spitzen Stielchen.

Beobachtungen aus der Lebensgeschichte der Kleidermotte. Nach M. L. Sitowski („Bull. de l'Académie des Sciences de Cracovie [1905]") hat der ausgebildete Schmetterling stark verkümmerte Mundwerkzeuge, so daß eine Nahrungsaufnahme während des bis

[1]) Wer viel mit Getreidelagerung zu tun hat, der möge auf das Buch „Getreide und Hülsenfrüchte", Berlin 1895, Verlag E. S. Mittler & Sohn, verwiesen werden. Demselben sind auch einige oben angeführte Mitteilungen entnommen; ferner auch das Buch: „Das Versuchskornhaus und seine wissenschaftlichen Arbeiten." Von Dr. J. F. Hoffmann, Verlag Paul Parey, Berlin 1904.

zu einem Monat langen Lebens nicht möglich ist. Das Tier lebt während dieser Zeit von dem im Körper aufgespeicherten Fettgewebe, das es schon als Raupe besitzt und bei dem Ausschlüpfen behält. Es ist somit keineswegs der fliegende Schmetterling selbst, der nach der allgemeinen Annahme unseren Stoffen so großen Schaden zufügt. In den Zuchten in Gläsern, die mit reiner Wolle gefüllt, waren die Weibchen zahlreicher als die Männchen. Abgesonderte Weibchen legten 2 bis 5 Tage nach dem Ausschlüpfen unbefruchtete Eier, die jedoch zugrunde gingen. Die Begattung der beiden Geschlechter ließ sich leicht beobachten und dauerte etwa 20 Minuten. 2 bis 3 Tage darauf legte das Weibchen bis zu 60 Eier. Die Entwicklung der Eier dauert 2 bis 3 Wochen und liefert die weißen Mottenräupchen. Die letzteren nähren sich von reiner Wolle, in der sie sich röhrenförmige Gänge bauen. Mit sicherem Geschmack wählen sie aus einem Gewebe

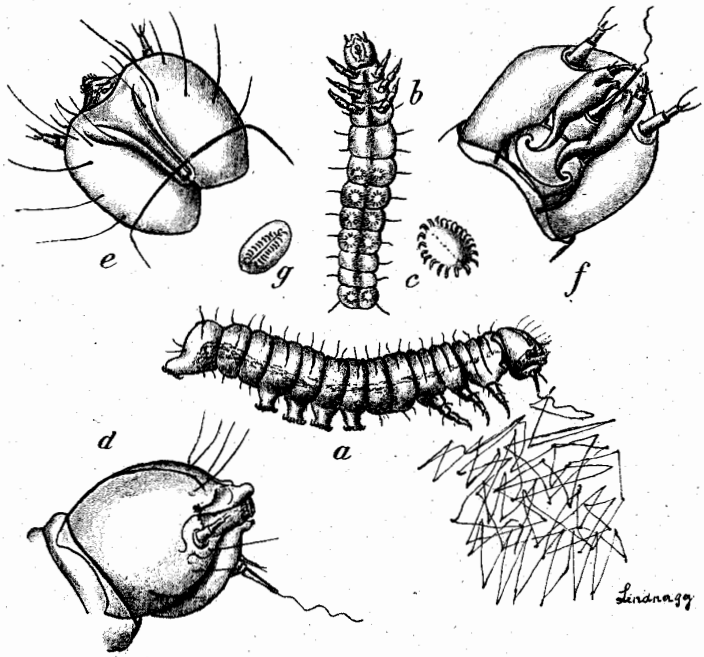


Abb. 55. Raupe der Kleidermotte, Tinea pelionella. *a* Raupe, den Spinnfaden erzeugend. *b* Raupe von der Bauchseite (kleiner gezeichnet als *a*). *c* und *g* Fußstummel mit Hakenkranz; bei *g* eingezogen. *d*, *e*, *f* Der Kopf von der Seite, von oben und von unten gesehen.

das Wolle und Baumwolle enthält, nur die Wollfasern zum Verzehren aus und nehmen sie in Form ziemlich langer Fäden auf. Sitowski fütterte nun die Raupen mit Wolle, die mit Lackmuslösung getränkt war, und stellte damit fest, daß die Nahrung in etwa zwei Tagen durch den ganzen Darm ging, der vorn alkalisch, am Ende sauer reagiert. Bemerkenswert in ihren Ergebnissen sind auch die übrigen Versuche mit gefärbter Wolle; danach erwiesen sich die meisten Farbstoffe als unschädlich für die Raupen.

Als schädliche Hausmotten gelten die Kleidermotte (Tinecola biselliella), die Pelzmotte (T. pellionella) und die Tapetenmotte (Trichophaga tapetiella). Verschiedene tropische Arten fressen auch Horn, Pferdehufe, Büffelhorn, Ochsenhorn. T. biselliella ist der eigentliche Schädling, da er Kleiderstoffe, Teppiche, Gobelins, Polsterbezüge, lose Wolle, Pelze, Haare usw. zerstört.

Im Pelz lebender Tiere ist nur Bredypodicola hahneli gefunden worden, und zwar auf Faultieren.

Durch die Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co., Leverkusen, ist eine monographische Bearbeitung der Kleidermotte veranlaßt worden, die Dr. Titschack in Z. f. technische Biologie, Bd. X, Heft 1/2, 1922, veröffentlicht hat. 168 Seiten mit 91 Textabbild. und 23 Abbild. auf 4 Tafeln. In dem Eulan hat man einen Stoff gefunden, der den Wollfasern eingetränkt, diese vor Mottenangriff schützt.

In der freien Natur haben die Motten die Aufgabe, das Horn der Säugetiere und Vögel zu vertilgen, wenn deren Leichen bereits vertrocknet sind. Ihnen also ist es zu verdanken, wenn Haare und Federn nicht allzu häufig angetroffen werden. Im Haushalt zehren sie hauptsächlich die Wollenbestände auf. Eine Raupe braucht bis zur Entwicklung der Motte von 3,7 bis 7,4 mg Körpergewicht 45 bis 99 mg Wollstoff. Titschack stellt folgende Rechnung auf: 1 Weibchen lege 100 Eier, gibt 100 Raupen und etwa 50 Motten, davon 17 Weibchen. Wollverbrauch der ersten Generation 4,5 bis 9,9 mg. Zweite Generation 17 Weibchen geben 1700 Eier = 1700 Raupen = 850 Motten = 280 Weibchen. Wollverbrauch 76,5 bis 168,3 g. Dritte Generation 28000 Eier bzw. Raupen geben 14000 Motten = 4210 Weibchen. Wollverbrauch 1260 bis 2272 g. Vierte Generation 470000 Eier bzw. Raupen = 235000 Motten. Wollverbrauch 21,5 bis 46,5 kg; das der während eines Jahres entstandene Schaden an loser Wolle. In einem Herrenstoff entwickelte sich in einem Jahr nur eine Generation, und aus den Eiern wurden nur 6% zu Motten. Noch weitere 4% der Raupen wurden freilich sehr groß und lebten so lange, daß sie größere Zersetzungen verursachten. Der Schaden von den Nachkommen eines einzelnen Weibchens wäre dann jährlich nicht höher als 1 g Wolle. Ausklopfen und Ausbürsten, wie es in Pelzgeschäften etwa monatlich einmal geschieht, kann Mottenplage verhüten, auch Naphthalin oder Globoldämpfe, wenn die zu schützenden Sachen in einem Zimmer zusammengestellt bleiben und alle Ritzen nach außen verklebt sind. Bis 10kg Naphthalin muß in solchem Zimmer verstreut werden. Dr. Meckbach kam zuerst auf den Gedanken, die Wolle schon vor der Verarbeitung mit ungefärbten Stoffen zu durchtränken und mottensicher zu machen. Kitschack hat gezeigt, daß die meisten Motten, die fliegend angetroffen werden, männliche Motten sind, die Schaden nicht anrichten können. Selten kommt ein Weibchen zum Fluge.

Die Mottenplage würde weniger groß sein, wenn Hausfrauen und Angestellte mehr von der Biologie des Ungeziefers verständen.

Ratten und Mäuse. Eine lästige Plage in manchen Betrieben bilden die Mäuse und Ratten, gegen die neuerdings Bakterienreinkulturen ins Feld geführt werden. Man wendet sich diesbezüglich am besten an landwirtschaftliche Versuchsstationen, wie in Bonn, Halle a.S. usw. Als Kuriosum sei mitgeteilt, daß in einer Berliner Brauerei durch Ratten sogar eine Überschwemmung herbeigeführt wurde, indem ein mehrere Millimeter dickes Bleirohr von der Wasserleitung von ihnen so lange mit den Zähnen angenagt wurde, bis das Wasser herauslief.

Die Hausmaus (Mus musculus) ist 9 cm lang mit ebenso langem Schwanz; wirft jährlich drei- bis fünfmal, 22 bis 24 Tage nach der Paarung, je 4 bis 8 nackte blinde Junge, so daß nach Verlauf eines Jahres mindestens 30 Nachkommen vorhanden sind. Die Waldmaus (M. sylvaticus) ist 20 cm lang mit 11,5 cm langem Schwanz, kommt im Winter auch in die Gebäude; auf dem Rücken fast rostbraun, Unterseite, Zehen und Füße sind weiß; wirft drei- bis viermal 4 bis 8 Junge. Die Brandmaus (Acker- oder Erbsenmaus, M. agrarius) ist 18 cm lang mit 8 cm langem Schwanz, oberseits rostbraun mit schwarzen Rückenstreifen; kommt im Winter in Ställe und Scheunen.

Von Ratten ist bei uns die Wanderratte (Mus decumanus) und die Hausratte (M. rattus) zu unterscheiden. Erstere verdrängt die letztere und macht sie unbarmherzig nieder; auch ihre eigenen Genossen verschont sie nicht, falls sie mit ihnen zusammengesperrt wird. Das Weibchen der Wanderratte wirft jährlich zwei- bis dreimal etwa einen Monat nach der Begattung 5 bis 21 nackte Junge.

In England hat Dewberry den jährlichen Rattenschaden auf mindestens 300 Mill. Mark (Friedensvaluta) berechnet. Wer einigermaßen Einblick in wirtschaftliche Verhältnisse hat, der weiß, daß in Deutschland der in gleichem Zeitraume allein durch Ratten und Mäuse verursachte Schaden die nämliche Höhe erreicht. Unserer Wirtschaft tut aber die Erhaltung einer Summe von 300 Mill. Mark bitter not.

Es ist festgestellt worden, daß die Nahrung, die eine ausgewachsene Ratte während eines Jahres durchschnittlich zu sich nimmt, einen Wert von 4,50 Goldmark ausmacht. Dazu kommt, daß sie uns nicht nur gefährlich sind durch Benagen und Beschmutzen unserer Eßwaren und Futterstoffe, sondern auch durch die Verbreitung von ansteckenden Krankheiten, wie Pest, Typhus, Tuberkulose, Lepra, Brustseuche der Pferde und Krätze.

Die Mäuse richten in den Lagerräumen und Speichern großen Schaden an. Nur eine einzige Maus ist imstande, während eines Jahres annähernd 3 Pfund Weizen, Gerste, Hafer oder Mais zu sich zu nehmen, oder etwa $4^1/_3$ Pfund Brot. Von den Hamstern wissen wir, daß man in einem Bau Wintervorräte finden kann, die $^1/_4$ bis 1 Zentner Getreidekörner repräsentieren. Dazu kommt das ungeheure Fortpflanzungsvermögen dieser Schädlinge. Nach Angaben der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft hat ein Feldmausweibchen innerhalb neun Monate in zwölf Würfen 45 Junge zur Welt gebracht. Ein Rattenpaar und dessen Nachkommen würden sich in einem Jahr auf etwa 150 Individuen erhöhen; und der Nachwuchs aller dieser Tiere wird schon nach wenigen Monaten fortpflanzungsfähig. Von den so zahlreich empfohlenen Mitteln und Verfahren zur Bekämpfung der Ratten, Mäuse und Hamster hat sich nur eine geringe Zahl in der Praxis bewährt. So kommen zur Bekämpfung der Ratten in Betracht: mit Phosphor oder Meerzwiebelextrakten bereitete Speisen, ferner Bakterienverfahren und giftige Gase. Bei der Mäusevertilgung haben sich die gasförmigen Gifte und die mäusetötenden Bakterienkulturen am besten bewährt; dasselbe gilt für die Vertilgung der Hamster, am besten im Frühjahr, wenn die noch vom Winterschlaf geschwächten Tiere ihre Baue öffnen. Zur Selbstbereitung eines Meerzwiebelpräparates: Man kaufe Meerzwiebeln und säubere dieselben von der Wurzel und den äußeren Blättern. Die Zwiebeln werden auf einem Reibeisen zerrieben, doch empfiehlt es sich, hierbei alte Handschuhe anzuziehen, da die Zwiebeln auf die Haut wie Brennesseln wirken. Zu dem geriebenen Brei fügt man etwas Mehl, Fleischreste, Hering usw. (alles recht klein geschnitten) hinzu und macht daraus einen steifen Teig, aus welchem man pfeffernußgroße Brocken formt, die dann in heißem Fett geschmort werden. Diese Leckerbissen wickelt man nun sorgfältig einzeln in Zeitungspapier, ohne sie jedoch mit den Händen zu berühren, und legt sie abends auf dem ganzen Grundstück aus, wobei jedoch nicht versäumt werden darf, gleichzeitig Näpfe mit Wasser zum Saufen für die Ratten aufzustellen. So zubereitet, ist das Mittel von sicherer Wirkung. Obgleich diese Zwiebeln nur für Nagetiere tödlich wirken, ist es doch zu empfehlen, beim Auslegen Vorsicht walten zu lassen, damit nicht etwa Haustiere (Hunde, Katzen usw.) durch den Genuß dieser Brocken Schaden nehmen.

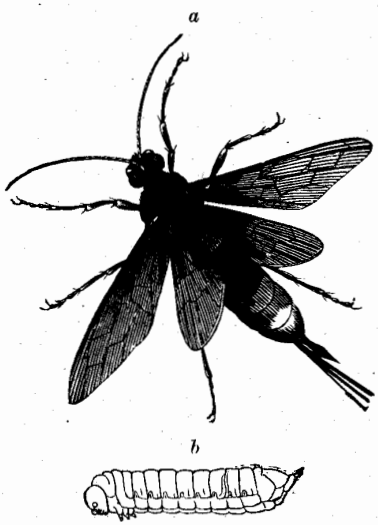


Abb. 56. Riesenholzwespe (Sirex gigas).

Natürliche Feinde der Mäuse sind die Raubvögel. In 50 Tagen werden vom Mäusebussard etwa 263, vom Rauchfußbussard 413, vom Turmfalken 413, vom Steinkauz 132, vom Waldkauz 155, von der Schleiereule 132, von der Sumpfrohreule 205 und der Waldohreule 205 vertilgt. Bei einer schon vorhandenen Mäuseplage genügt die Tätigkeit dieser Tiere nicht, wohl aber vor der Entwicklung der Mäuse im Frühjahr. Auf Schüttböden hat man Schleiereulen, in Schobern Wiesel gegen die Mäuse angewendet.

Holzwespen. Von einem früheren Schüler erhielt Verfasser vor einiger Zeit eine Flasche mit Holzwespen zugesandt mit einem Begleitschreiben, in welchem angegeben war, daß diese Tiere in einer Bierniederlage die ganzen Fußböden ruiniert hätten, indem sie sich von unten nach oben durchgebohrt und fein gearbeitete Löcher, größer im Durch-

messer als die Tiere selbst, hinterlassen hätten. Die eingesandten Exemplare, die durch ihre ungewöhnliche Größe (30 bis 40 mm) und ihren langen, wie eine Lanzenspitze endigenden Afterdorn auffielen, gehörten der Spezies Sirex gigas (große Fichtenholzwespe) an. Ihre Larven bohren die erwähnten Gänge (bis 10 mm im Durchmesser), die oft 60 bis 70 cm lang werden. Am Ende des Ganges, der allmählich an Breite zunimmt, liegt die Puppenwiege. Um aber ins Freie zu gelangen, ist die junge Wespe genötigt, die noch übrig gebliebene Trennungswand zu durchbeißen. Dabei geht sie oft zugrunde, wenn die letztere noch zu dick war. Außer Fichte wird auch Tanne und Kiefernholz befallen. Die natürlichen Feinde sind die Schwarz- und Buntspechte, sowie eine Anzahl Schlupfwespen.

Die Annahme, daß die gewöhnlichen Wespen feste Nahrung zu sich nehmen, ist irrig. Das ausgebildete Insekt überspeichelt zwar von ihm abgeknabberte Holzteilchen, verschluckt diese aber nicht, sondern verwendet sie zum Nestbau, zur Herstellung der papiernen Waben. Der Magen ist lediglich mit zuckerreicher Flüssigkeit angefüllt, enthält also keine feste Nahrung, dagegen werden die Larven mit solcher gefüttert und wimmelt es in deren Magen von kleinsten Insektenteilchen, Chitinstückchen, Haaren, Schmetterlingsschuppen, Beinen u. dgl. Lüstner hat über 100 Wespen- und Larvenmägen untersucht. (Nat. Woch. N. F. XVI, 49.)

Wurmstichiges Eichenholz. Die schönsten Eichen sind zuweilen bis auf das Herz vom Wurm durchbohrt, und bedeutet dies bei Hölzern, bei denen der Festmeter im Wald im Frieden 120 bis 130 Mark kostete, große Verluste. Es handelt sich hier häufig um den „kleinen schwarzen Wurm", den höckrigen Eichenborkenkäfer (Bostrichus monographus), der in der Hauptsache nur gefällte oder durch Blitzschlag oder sonstwie beschädigte stehende Eichen befällt. Die Flugzeit des Käfers ist im März und April; seine Larven nähren sich von dem Baumsaft, daher in der Saftperiode, nach dem 1. März, gefällte Eichen besonders anfällig sind. Die Eingangsröhren verlaufen in radialer Richtung über 60 cm tief. Der Gefahr, durch diesen wie den noch gefährlicheren B. dryographus und den Schiffswerftbohrkäfer angebohrt zu werden, ist das Holz jedoch keineswegs entrückt, wenn es sich auf dem Holzlagerplatz an der Sägemühle befindet; denn gerade auf den Holzlagerplätzen verursachen diese Holzverderber den allergrößten Schaden. Als Linné auf den Schiffswerften der Gotenburger Bucht die Larven des letzteren in großen Massen vorfand, sagte er: „Bewunderungswürdig, daß ein so elender Wurm jährlich für so viele tausend Taler Schaden anrichten kann." Auf dem Holzlagerplatz entrindet man daher zweckmäßig die Stämme und versieht sie mit einem Teeranstrich; noch besser geschieht dies schon im Wald, namentlich bei Eichen, die erst nach dem 1. März gefällt sind.

63. Allgemeine Bemerkungen zur Schädlingsbekämpfung.

Professor Albrecht Hase-Dahlem hat wiederholt darauf hingewiesen, wie wenig noch dieselbe bei uns gewürdigt worden ist. Seine eindringlichen Ermahnungen an die Volksvertreter mögen hier auszugsweise wiedergegeben werden. „Man zähle nur nach, wieviel Prozente der auf dem Wochenmarkt gekauften Äpfel und Birnen oder Pflaumen von Obstmaden befallen sind. Die Hausfrau muß nachrechnen, wieviel ihr in den letzten Jahren ihres Wirtschaftsbetriebes durch Mottenschaden verloren ging, und wie oft Fliegenmaden eine Speise verekelten und ungenießbar machten. Der Zimmermieter, der Hauswirt rechne nach, wieviel unnötige Aus- und Einzüge, wieviel versäumte Zeit, eventuell Prozesse, ihm das Vorhandensein von Wohnungsungeziefer (Schaben und Wanzen) verursacht hat. An der Hand von tatsächlichen Unterlagen (in diesem Falle Anzeigenmaterial) hatte ich berechnet, wieviel pro Jahr allein die Unkosten für Anzeigen ausmachten, in denen Schädlings- und Ungeziefermittel angepriesen werden. Die nicht zu verachtende Summe von 3 Mill. Mark hat sich ergeben. Bei letzter Zahl ist zu berücksichtigen: das ganze Anzeigenwesen gegen Pflanzenschädlinge und gegen pflanzliche Schädlinge blieb zunächst völlig unberücksichtigt, und es wurden nur Ankündigungen herangezogen, welche Mittel gegen Ratten und Mäuse, Flöhe, Wanzen, Läuse, Räude, Motten und Schaben anpriesen. Wenn nun schon die Unkosten für die Anzeigen ebengenannter Gruppen 3 Millionen ausmachen, wie hoch stellt sich dann der Wert für die Mittel selbst? Ich habe berechnet, daß der Wert dieser gekauften Ungeziefer- und Schäd-

lingsmittel im Jahr rund 46 Mill. Mark (!) ausmacht. Wenn aber derartige finanzielle Aufwendungen bereits für die Abwehrmittel notwendig sind, wie hoch stellen sich dann die tatsächlichen Verluste, die unserer Wirtschaft und Volksgesundheit durch tierische Feinde (und Pflanzen) zugefügt werden.

Der Weinbau der Pfalz, also ein verhältnismäßig kleines Gebiet, erleidet durch Heu- und Sauerwurmbefall alljährlich einen Schaden von rund 4 Mill. Mark, wie kürzliche eingehende Berechnungen ergeben haben. Das Gespenst der Reblaus droht unseren gesamten Weinbau zu vernichten, und nur bei äußersten Anstrengungen kann dieses Unheil abgewendet werden. Hat man sich in den Kreisen der Volksvertretung einmal die Frage vorgelegt, was das bedeutet? — Weitere Beispiele beleuchten scharf die wirtschaftliche Bedeutung der Ungeziefer- und Schädlingsbekämpfung. In einem ganz kleinen Bezirk trat 1914 der größte Verwüster von Kartoffelkulturen, der Koloradokäfer, auf. Die Kosten seiner Vernichtung betrugen rund 20000 Goldmark. Würde heute der Käfer in größeren Bezirken auftreten, so ist einmal der Kartoffelbau daselbst für mehrere Jahre unmöglich, und die Kosten der Vernichtung würden sich auf Hunderte von Millionen beziffern, ganz abgesehen davon, daß man den Ausfall an Kartoffelerträgnissen nur durch teure Auslandsware decken könnte. — Die Dasselfliege, ein gefürchteter Parasit der Rinder, mindert alljährlich den Nutzwert allein der Häute um rund 5 Mill. Mark. Bei dieser Zahl sind die Einbußen, welche die Viehwirtschaft durch mangelhafte Milcherträgnisse erleidet, noch nicht inbegriffen. — Einem anderen Feind unseres Rinderbestandes, der Kriebelmücke, fallen jährlich Hunderte von Tieren zum Opfer. — Wie viele wissen, daß im letzten Jahre östlich der Elbe Hunderte von Hektaren von Kiefernhochwald und Hunderte von Hektaren von noch nicht schlagreifen Kiefernbeständen dem Kiefernspinner zum Opfer gefallen sind? Und schließlich sei zum Schluß daran erinnert, daß die Bekämpfung der Läuse- und Räudeplage im Heere und im Heimatgebiet während der Kriegszeit und Nachkriegszeit dem Nationalvermögen etwa 550 Mill. Mark gekostet hat. Genug des grausamen Spiels! Bei breiterem Raume könnten wir noch seitenlang von Einbußen, durch tierische Schädlinge verursacht, reden, und dem Fachmann der angewandten Botanik ist es ein Leichtes, Parallellisten aufzustellen von Verlusten, die unsere Wirtschaft durch pflanzliche Schädlinge (Rost-, Brand-, Schimmelpilze usw.) erleidet.

Da, wie wir gezeigt haben, die Schädlings- und Ungezieferbekämpfung außer der wissenschaftlichen auch eine wirtschaftliche Seite hat, so ist es auch nicht mehr angängig, daß der einzelne in dieser Hinsicht tut oder läßt, was er gerade für gut befindet, sondern alle Maßnahmen, die hier zu treffen sind, bedürfen einer straffen Organisation und Zentralisation. Schon aus dem Grunde, weil die Bemühungen des einzelnen ein Schlag ins Wasser sind, wenn der Nachbar aus Faulheit und Unverstand nichts gegen das bei ihm in gleicher Weise vorhandene Ungeziefer oder gegen auftretende Schädlinge tut. Das Wort des Reichswirtschaftsministers a. D. Wissell vom 24. Juli 1920 hat für die Frage der Ungezieferbekämpfung restlose Gültigkeit. Wissell sagte: „Es geht auf die Dauer nicht an, daß jeder in der Wirtschaft das tun kann, was zu tun er jeweils für nötig hält. Wirtschaften ist nicht mehr die Privatsache des einzelnen, sondern eine Angelegenheit der Gesamtheit."

Erfreulicherweise hat auch die chemische Großindustrie mehr Anschluß an diese Bewegung gesucht und mit den Botanikern und Zoologen Gemeinschaftsarbeiten in Angriff genommen. Dr. Freymuth-Berlin hat unlängst auf der Naturforschertagung in Leipzig 1922 einen Überblick über bereits Erreichtes und noch zu Erhoffendes gegeben.

„Der Kampf gegen die Schädiger der Gesundheit des Menschen, gegen die Störer seines Wohlbefindens, gegen die Räuber seines Besitzes, gegen die Schmälerer seines Arbeitsertrages setzte schon im grauen Altertume ein, hatte sich bis auf die Gegenwart fortgepflanzt und wird wohl auch von den kommenden Generationen ad calendas graecas fortgeführt werden müssen. Zuerst waren es die Alchimisten, die mit ihren primitiven Hilfsmitteln, aber mit einer Fülle von Phantasie nach geeigneten Abwehrmitteln gegen die ihnen bekannten Schmarotzer suchten, in neuerer und neuester Zeit bemühen sich Apotheker und Chemiker durch Bereitstellung von chemischen Stoffen, den Kampf der Hygieniker gegen die das Leben von Mensch, Tier und Pflanze bedrohenden Schädlinge, Bakterien, Pilze, Protozoen, Insekten, Säugetiere, zu unterstützen und zu fördern. In diesem Zusammenhange ist es kein Zufall, daß Pettenkofer, der die Fähigkeiten und Kenntnisse eines Apothekers, Chemikers und Arztes in sich vereinigte, der Begründer

der experimentellen Hygiene wurde. Unter den vorhandenen anorganischen Chemikalien kommen als Abwehrmittel die Halogene, Mineralsäuren, Alkalien, Wasserstoffsuperoxyd bzw. die Superoxyde im allgemeinen, Gold-, Kupfer- und Quecksilbersalze in Betracht. Das klassische Desinfektionsmittel, das Quecksilbersublimat, ist bereits im 9. Jahrhundert von dem merkwürdigsten der älteren Naturforscher, dem Araber Dschabir, erfunden worden. Chlorkalk, Soda und heiße Seifenlösungen haben seit jeher eine große Rolle gespielt.

Eine neue Epoche beginnt mit der Entdeckung der Karbolsäure, die Runge im Jahre 1834 bei seinem Eindringen in die Mysterien des Steinkohlenteers glückte. Und somit können wir dieses Jahr als das Geburtsjahr der wissenschaftlichen Hygiene bezeichnen. Spätere Forscher fanden dann im Teere diejenigen Stoffe, die auch heute noch den Desinfektionsmarkt bestimmen und beherrschen: die Kresole (Oxytoluole). Diese haben im Laufe der Zeit eine so große Vervollkommnung erfahren, daß jetzt der Höhepunkt erreicht zu sein scheint.

In Betracht kommen auch Gase: Arsenwasserstoff, Blausäure, Chlor, Chlorpikrin, Phosgen, Schwefeldioxyd.

Von den wirksamsten bakterientötenden Stoffen sind hervorzuheben der Chlorkalk, der vornehmlich zur Desinfektion der menschlichen und tierischen Abgänge dient, das Wasserstoffsuperoxyd, das neuerdings mit Harnstoff gekuppelt in fester Form auf den Markt gebracht wird, das Sublimat als das klassische Desinfektionsmittel, Sodalösung und warme Seifenlösung, mit denen in der Chirurgie die Instrumente ausgekocht werden, und vor allem die Phenolsäuren und Kresolseifen, wie die einst als Lysol geschützten Kresollösungen genannt werden. Von den Gasen genoß das Formaldehyd den Ruf eines guten Desinfektionsmittels, bis die fortschreitende Wissenschaft lehrte, daß ihm die Tiefenwirkung auf versteckter liegende Bakterien fehlte.

Für die Tierhygiene haben sich die Kresole als ungeeignet erwiesen, da es sich herausstellte, daß die Körper der Tiere den Kresolgeruch annehmen und daher Zuchttiere ungenießbar werden. Dagegen haben sich bei Maul- und Klauenseuche Schutzimpfungen mit dem Sekret erkrankter Tiere als außerordentlich wirksam erwiesen.

Die wichtigsten Chemikalien für die Bekämpfung von Pflanzenschädlingen sind die Arsen-, Kupfer- und Kalziumverbindungen, ferner der Schwefelkohlenstoff und der Schwefel, dessen Wirksamkeit neuerdings durch die Überführung in kolloidale Form erhöht werden konnte.

Dr. Freymuth wies bezüglich der Hausungezieferbekämpfung mit chemischen Mitteln auf die unheilvollen Folgen hin, die die gesetzliche Freigabe des Blausäuregases für die Parasitenvernichtung in Wohnungen angerichtet hat, die bisher insgesamt zu 50 Todesfällen führten. Als ausgezeichnetes und überaus wirksames Mittel zur Ungezieferbeseitigung hat sich das Schwefeldioxyd in Gas- oder in flüssiger Form bewährt. Auf dem Gebiet der Tierhygiene ist auch mit Erfolg das Chlorpikrin angewandt worden.

64. Kulturgeschichtliche Schlußbetrachtungen.

Wir haben in den vorangegangenen Kapiteln gezeigt, wie seit den Tagen Leeuwenhoeks unablässig gearbeitet worden ist an dem Ausbau der mikrobiologischen Wissenschaft und an der praktischen Auswertung derselben. Der Baum der Erkenntnis hat zahlreiche neue Äste und Zweige angesetzt, in deren Schatten die neue Generation heranwächst. So sehr wir es begrüßen, über viele Dinge und Erscheinungen genauere Aufschlüsse erhalten zu haben, so werden wir uns doch dabei bewußt, daß unsere Phantasie auf Kosten des Verstandes allmählich unterbunden wird. Wie reizvoll war es für den Philosophen und Dichter der alten Zeit, über die Ursachen der Erscheinungen zu spekulieren, Götter und Göttinnen sich auszudenken oder Riesen und Ungeheuer, zwerghafte Kobolde, denen im Räderwerk des Weltgetriebes bestimmte Aufgaben

und Leistungen zugewiesen wurden. Die atmosphärischen Wandlungen, Wolkenbildungen, Gewitter mit Blitz, Donner und Hagel, das plötzliche Aufleuchten des Regenbogens, des Polarlichtes, das Einsetzen gewaltiger Luftströmungen, Orkane, Taifune, Verfinsterungen von Sonne und Mond, Sternschnuppenfälle — die Tränen des heiligen Laurentius — das Niederprasseln von Meteoriten, vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, sie alle wühlten die Gemüter mächtig auf, erzeugten höchstes Erstaunen, Angst und Schrecken und nachhaltiges Grübeln.

Auch die mikrobiologischen Kraftäußerungen gaben zum Nachdenken Veranlassung. Die Erscheinungen von Gärung und Fäulnis, die plötzliche Entwicklung ungeheurer Schwärme von Mücken, Fliegen, Heuschrecken, das Auftreten verheerender Epidemien, Pest, Cholera, Schlafkrankheit u. dgl., die Verfärbung der Schneefelder, der Meeresbuchten, das Meeresleuchten, das Auftreten der Wasserblüten, die Vernichtung der Vegetation auf dem Felde oder der geernteten Früchte durch parasitische Pilze und tierische Schädlinge, die Erscheinung der Hexenbesen an Bäumen, der Hexenringe bei den Waldpilzen, die berauschenden Wirkungen beim Genuß vergorener Getränke oder von Narkotika bargen Rätsel, welche die forschenden Geister aufs lebhafteste anspornten und deren jeweilige Deutungen in der Kulturgeschichte der Völker tiefe Spuren zurückgelassen haben. Die Feier des Fronleichnamfestes in der katholischen Kirche ist zurückgeführt worden auf die unerwartete Erscheinung von Blutstropfen auf einer Hostie bei einer Messe in Bolsena, die ein Priester abhielt, der an die Transsubstanziation nicht glauben wollte. (Raffaels Darstellung jener Messe in der sixtinischen Kapelle.) Manche Judenverfolgungen gehen auf Rechnung desselben Bazillus, des Bacterium prodigiosum, der auch zur Herstellung des unverwüstlichen Tizianrotes benutzt wurde.

Hier möge nur auf die alkoholische Gärung und ihre Auswirkung im Leben der Völker etwas eingehender hingewiesen werden (vgl. Lindner, Woch. f. Brauerei, 1920, Nr. 23: „Die alkoholische Gärung bei verschiedenen Völkern und zu verschiedenen Zeiten"), da die Abstinenzbewegung heut auf der Tagesordnung steht und Veranlassung zu heftigen Kämpfen gibt.

Die Kulturgeschichte ist zu einem großen Teil mit eine Geschichte des Alkohols. Das ergibt sich schon aus den mythologischen Urkunden der verschiedenen Völker. Die alten Germanen stellen sich den Allvater Wotan vor als nur von Wein sich nährend; der Griechen Götter Kost war die Ambrosia, eine Mischung von Honig und Milch. (Vgl. S. 73.) Der zur Gärung gebrachte Honig, der Met, ist der Trank der Götter und der gefallenen Helden, die in Walhall einziehen und ihn von den Walküren kredenzt bekommen. Die Ziege Heidrun frißt vom Baum Laërad und entläßt aus ihrem Euter statt Milch Met. Wotan entschuldigt sich gelegentlich, daß er infolge zu vielen Weingenusses manchmal etwas falsch gemacht habe. Donar trinkt aus einem ihm dargebotenen riesigen Horn, ohne zu wissen, daß das Ende desselben von dem Gastgeber in die See getaucht war. Am anderen Morgen erst erfährt er den Betrug,

aber auch die Tatsache, daß der Spiegel der See sich bedeutend gesenkt habe, daß Ebbe entstanden sei. Die Inder sehen in dem Mond eine Riesenschale, die mit Wein gefüllt, von den Göttern regelmäßig ausgetrunken wird. Den ersten Menschen Kvaser, den die Götter aus einem Krug, in den sie bei dem Friedensschluß mit einem anderen Göttervolk gespuckt, gemacht hatten, erschlugen später die Zwerge und vermischten das Blut mit Honig. Dieser Met, der in zwei Krügen abgefüllt, von des Riesen Sutlung Tochter Gundlach in Obhut gehalten wurde, kam später in den Besitz Odins, der beide Krüge mit drei Zügen leerte und dann in Gestalt eines Adlers von dannen flog nach Asgaid, wo die Äsir schon auf ihn warteten und ihre Krüge bereitgestellt hatten. In diese spie Odin den Met, nachdem er bereits vorher etwas zur Erde hatte fallen lassen, den Anteil für die „Poëtaster", die Verse machen. Die Zwerge hatten aber zur Erinnerung an den Menschen Bildwerke von ihm angefertigt, aus denen die Götter nachher wieder Menschen machten, die nun aus Dank ihnen opferten, und dies besonders unter Darbringung von kräftigem Met, dem sie selbst bei diesen Festen zu Ehren der Gottheit lebhaft zusprachen.

Aus der Beobachtung, daß das Leben erlischt, wenn der Mensch den letzten Atemzug tut, folgerte man, daß sich der Geist der Luft, dem Wind beimische und daß die Abgestorbenen im Heulen des Windes, im Toben des Sturmes mit uns sprechen. Da sie dem Menschen öfter im Traum erschienen, fühlte dieser sich durch sie beunruhigt. Um sie zu besänftigen, brachte er ihnen Trank und Speise zum Opfer, in der Annahme, daß sie sie ebenso nötig hätten, wie zu Lebzeiten. Aus der Verehrung des Geistes der Abgeschiedenen entwickelte sich allmählich ein allgemeiner Geisterglauben und die Vorstellung, daß uns überall unsichtbare Gewalten, Geister, Gottheiten umschweben, die uns mehr oder weniger beherrschen und die man durch Gebete, feierliche Hymnen, Tänze, Fasten, asketische Übungen und Opfergaben sich geneigt machen müsse[1]). In Ehrfurcht (ehren und fürchten) suchte man sich der Gottheit zu nähern, ihren Willen zu erforschen, sich von ihr „inspirieren" (spiritus), „begeistern" (Geist), „enthusiasmieren" zu lassen. En = in, theos = Gott, also in Gott sein, mit Gott vereinigt sein, ist die eigentliche tiefere Bedeutung des letzteren Ausdrucks. Wer so des Gottes voll, dem ist auch die Gabe der Prophezeiung, des Sehens in die Zukunft gegeben. Die Sybillen, von Apollo „inspiriert", orakelten in der Ekstase. Zu dieser seelischen Umstimmung sich aufzuschwingen, lag auch im Bedürfnis des Volkes, nicht bloß einzelner Auserwählter, und da war es nicht verwunderlich, daß man die Erfahrungen bei dem Genuß irgendwelcher Narkotika oder geistiger Getränke sich zunutze machte, um den Körper zu „animieren" (Anima: Seele, Atem, Geist), oder die Erfahrungen bei gesteigerten Tanzbewegungen, die ja schließlich auch eine Art Rausch und Schwindel erzeugen.

[1]) In der folgenden Darstellung bin ich z. T. den Gedankengängen gefolgt, die John Arnold in seinem Buch „Origin and history of Beer and Brewery", Chikago 1911, gegeben.

Einem Papuindianer schien der Christengott deshalb annehmbarer, weil er sich nie glücklicher gefühlt habe, als wenn er tüchtig Arrak getrunken; in ihm sei die göttliche Kraft verborgen. Bancroft gibt von den Pueblos (Nordamerika) an, daß bei ihnen Nüchternheit als größte Tugend gelte, Trunkenheit jedoch bei religiösen Festlichkeiten allgemein üblich sei, gewissermaßen religiöses Gebot. Bei den Begräbnisfeierlichkeiten der Tayos (Guiana) betrinkt man sich mit einem gegorenen Getränk aus Brot von der Kassavewurzel, das zuvor von alten Frauen und Kindern im Munde gekaut und dann in einen gemeinsamen Topf mit Wasser ausgespien wurde, tanzt drei oder vier Tage, und wer am meisten trinkt und am schlimmsten betrunken, genießt höchste Ehrung. Bei den Kaujars in Indien opferte man bei Festlichkeiten auch Kinder, die man vorher durch Palmwein trunken und unempfindlich gemacht hatte. In manchen Gegenden Rußlands trägt man Speise und Trank auf die Kirchhöfe, heult erst eine ganze Litanei herunter, setzt sich dann hin, ißt und trinkt und wird lustig, damit auch die Toten eine Freude haben. Noch heute pflegt man beim Gedächtnis der Toten Wein oder Bier zu verschütten — Libation — ehe man selbst trinkt.

Ogylby erzählt schon 1671 von weisen Frauen in Peru, die durch Chichabier, dem sie ein Kraut Viloa zusetzten, sich totbetrunken machten und dann beim Erwachen auf alle Fragen, die man ihnen vorlegte, zu antworten pflegten.

Von Dionysos sagt Euripides: „Er, als ein Gott geboren, wird in den Opfertrank für die Götter ausgegossen. Dann tritt diese Gottheit in den Körper und befähigt den, der des Weines voll, die Zukunft zu künden. Die Gottheit spricht aus ihm, denn der Wein ist der Gott."

Im alten Ägypten und im alten China begegnen wir derselben Freudigkeit, den Göttern Speise und Trank zu opfern. Eine Gedenktafel berichtet, daß dem Gott Amon 36 Bullen, 40 Krüge Met, 100 Esel geopfert wurden. Am letzten Tage im Jahr richtete man in Ägypten ein Mahl mit den verschiedensten Gerichten an und widmete überdies ein Gefäß mit einer Mischung von Wasser, Wein und Honig den Göttern. Die Babylonier hatten eine ganze Reihe von berauschenden Getränken, die auf den Opferlisten geführt wurden.

In China spielten die Hirse- und Reisgetränke sowie der Wein eine bedeutende Rolle bei den religiösen Feiern. Da die Getränke durchweg stark alkoholisch waren, kam die Trunkenheit oft zum Vorschein und auch als Gegenströmung eine Nüchternheitsbewegung. Aber „der Mensch kann nicht ohne geistige Getränke sein. Sie zu verhindern und gänzliche Enthaltsamkeit zu sichern, das geht selbst über die Kraft der Weisen. Daher könne man nur vor dem Mißbrauch warnen". (Kommentar zu der Ankündigung betreffs Trunkenheit, 1114 v. Chr.)

Das älteste Vedabuch, die Rid Veda (Hymnen Veda), die Bibel der Hinduhs, nennt Soma den Schöpfer und Vater der Götter, den König der Götter und Menschen, der beiden Unsterblichkeit verleiht. Wer oder was war Soma? Soma ist eine Pflanze, die auf gewissen Bergen wächst, bei Mondschein gesammelt und unter Zeremonien zur Opferstätte ge-

bracht, dort zwischen Steinen zermahlen und ausgepreßt wurde, um nach der Gärung als berauschendes Getränk von den Priestern getrunken und den Göttern dargebracht zu werden, damit sie neue Kraft bekämen. Die aufheiternde Wirkung des Getränkes wurde auf die Inspiration eines übernatürlichen Wesens zurückgeführt, das man daher pries und anbetete. Selbst Indra, der höchste unter den Göttern, gebrauchte zu seiner göttlichen Arbeit Soma. „Komme herunter, o Indra, setze dich zu uns und berausche dich mit uns an Soma." Nur wenn er berauscht, konnte er den Regengott veranlassen, den Regen nicht zurückzuhalten. Die Somamenge, die er nötig hatte, war allerdings gewaltig, einem Fischteich entsprechend; andere Götter mußten sich mit weniger Soma bescheiden.

Ein anderes Getränk, Sura, aus Hirse, Wasser, Quarg, Honig, geschmolzener Butter und Gerste bereitet, soll noch stärker berauschende Eigenschaften und, unmäßig genossen, oft böse Folgen gehabt haben; es genoß gleichfalls göttlichen Rang. In der Zend-Avesta, der heiligen Schrift des Zoroasterkultus, tritt Haoma oder Homa als Heilpflanze auf, die Ahura Mayda, der allmächtige Schöpfer (später Ormuzo), vom Himmel gebracht, wo sie um den Baum des ewigen Lebens wächst; sie ist weiß im Unterschied von der auf der Erde wachsenden gelben. Ihr Saft, vom Gläubigen getrunken, gibt diesem gute Gedanken, gute Worte und beseelt ihn zu guten Taten. In der Haoma-Hymne heißt es: „Es gibt kein besseres Getränk, keine bessere Seelenstärkung." „Alle anderen berauschenden Getränke verleiten zu Räubereien mit blutigem Speer, aber Haomas anfeuernde Kraft geht Hand in Hand mit Freundschaft. Trunken von Haoma, sind wir erleuchtet."

Ein böser „Geist" steckt in Banga, dem Getränk aus Hanfsaat (Cannabis indica), das offenbar dem heutigen Haschisch entspricht.

Die Lotosverehrung, die im Orient allgemein ist, trotzdem die Pflanze kein Narkotikum enthält, ist vielleicht so zu erklären, daß man die süße Wurzel, die noch heute in den Seen von Kashmir aus dem Schlamm gegraben wird, zur Herstellung eines berauschenden Getränkes benutzt hat. Mit der Gewöhnung an andere Getränke, die sich im Laufe der Zeit eingebürgert haben, ist jedenfalls das alte Rezept verlorengegangen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, wie mächtig die vergorenen Getränke das religiöse Leben beeinflußt haben, solange sie als Geschenk der Gottheit aufgefaßt wurden, das göttliche Eigenschaften und Kräfte barg, die in den Trinker übergingen. Indem man den Göttern opferte, wollte man sich auch innerlich ihnen nähern, den irdischen Ballast für einige Zeit von sich abschütteln und in höheren Regionen schwelgen. Narkotika und berauschende Getränke wurden als willkommene Hilfsmittel zu diesem Zweck erkannt und allgemein in Gebrauch genommen, ja von den klügsten und weisesten Menschen geradezu empfohlen. Plato, vielleicht der tiefgründigste unter den griechischen Philosophen, sagt: „Aber zu trinken bis zur Trunkenheit sollte man vermeiden, außer an Feiern zu Ehren der Götter, die uns den Wein für unsere Gelage geschenkt

haben." Der Christ, der im Abendmahl nicht bloß einen Schluck Wein, sondern das Blut Christi zu trinken glaubt, fühlt sich in gleichem Maße in gehobener Stimmung, wie der Urarier, der sein Soma trinkt, in dem nach seiner Meinung ebenfalls die Gottheit wohnt.

Jedenfalls wäre es durchaus erwünscht, wenn die Menschheit geistige Getränke nicht aus purer tierischer Genußsucht, aus reinem „Animalismus", sondern stets nur mit der Absicht, sich in gehobene Stimmung zu versetzen, aus „Animismus" zu sich nehmen würde. Es ist ganz natürlich, daß der religiöse Mensch für die Dinge, die ihm höchsten Genuß bereiten, der Gottheit besonders dankbar sein will. Und wenn die berauschenden Getränke, mäßig genossen, zu heiteren Stimmungen, zu fröhlicher Geselligkeit und zu auserlesenen Sinnesempfindungen führen — der richtige Weinkenner wird nicht müde, immer wieder die Blume des Weines einzuatmen oder den kleinen Schluck auf der Zunge hin und her zu wälzen und geschmacklich zu analysieren — weshalb soll man sie den Menschen nicht gönnen, weshalb sollen jene religiösen Empfindungen, die unsere Altvordern beim Genuß ihrer Getränke gehabt haben, nicht auch in unserem Geschlecht weiter entwickelt und gepflegt werden, zumal unsere geistigen Getränke sicher edler ausgebaut sind als die der früheren Zeiten mit unvollkommener Technik und die Kunst des Genießens verfeinert ist. Es ist verwunderlich, daß gerade Theologen, die doch mit der Geschichte der Religionen und der Bedeutung der berauschenden Getränke für die Kultur vertraut sein müßten, heute vielfach in das Lager der totalen Abstinenz übergegangen sind und so jeglichen Sinn für historische und naturwissenschaftliche Zusammenhänge vermissen lassen. Daß es auch Mediziner gibt, die auf die Erfahrungen ihrer früheren Standesgenossen mit geistigen Getränken geringschätzig herabsehen, ist ebenso verwunderlich. In der Kunst der Beobachtung waren sie uns sicher zumeist überlegen, denn sie hatten mehr Zeit und Muße dazu und auch mehr Gelegenheit, sich in der Natur umzusehen.

Wer verfolgt heutigen Tages noch mit Spannung die Metamorphose der Insekten, die ja mit einen Anstoß gab zur Lehre von der Seelenwanderung und der Wiederauferstehung nach dem Tode. Die Einbalsamierung der abgeschiedenen Ägypter in der Art, daß die Leiche wie eine Puppe aussah, aus der nach tausend Jahren der Mensch wieder in schönerer Form auferstehen sollte, ist nichts weiter als eine Anknüpfung an die Insektenmetamorphose.

Wer macht sich heut viel Gedanken darüber, daß auch im Insektenleben das Bedürfnis nach Nahrung wechselt. Die Raupe des Schmetterlings, die Jugendphase desselben, lebt vollkommen abstinent, denn im Laub ist nicht viel Alkohol vorhanden; aber der ausgeschlüpfte Schmetterling schwebt von einem Blütennektarium zum andern und kommt aus alkoholischen Genüssen gar nicht heraus, ähnlich wie die Honigvögel, denen die Blütenpflanzen, die von ihnen bestäubt sein wollen, erheblich ergiebigere Nektarbehälter zur Verfügung stellen.

Wer denkt daran, daß im heutigen Geschlecht das eine oder andere Individuum, atavistischen Regungen folgend, des Guten im Genuß geistiger Getränke zeitweise etwas zu viel tut, wie die Vorfahren bei den heiligen Festen oder in Zeiten, wo das edle Naß frisch hergestellt und in größeren Mengen zur Verfügung stand.

Wer denkt daran, daß das hastige Saufen früher aus der Besorgnis heraus, daß der liebe Nachbar schneller trinken könne, oder die Massenvertilgung aus der Befürchtung, daß der gute Stoff sauer und ungenießbar werden könnte, geschah, daß ferner in späteren Zeiten, als man erfahren hatte, daß stark vergorene Getränke haltbarer seien, auch die Gewöhnung an alkoholreichere Getränke naturgemäß vor sich ging?

So mag es sich durch atavistische Rückschläge erklären lassen, weshalb auch heute noch, wo leichtere haltbare Biere und Weine zur Verfügung stehen, der eine oder andere Mensch doch auf „steifere" Getränke, steifen Grog, starke Liköre, besonders schwere Biere und Weine zurückgreift. Wir sind alle mehr oder weniger etwas erblich belastet. Aber das braucht noch nicht als Schönheitsfehler gekennzeichnet zu werden. Haben ja doch auch unter den Tieren die Alkoholnipper gerade die schönsten und farbenprächtigsten Arten aufzuweisen. Die Falter und die Kolibris stellen in bezug auf Munterkeit, Pracht und Schönheit doch alles andere in den Schatten. Und die Menschen? Im weinfrohen Griechenland die schönsten Köpfe, im Kaukasus bildschöne Georgierinnen, in Italien die stolze Römerin. Man sollte einmal eine Schönheitskonkurrenz zwischen mehr abstinenten und mehr geistigen Getränken huldigenden Nationen veranstalten, versoffene Völker natürlich ausschließen, denn hier dient der Alkoholgenuß nicht der harmonischen Lebensfreude, sondern zur Ausschaltung geistiger und körperlicher Regsamkeit, dem rohen Genuß, dem Animalismus und der Selbstbetäubung.

Die heitere lebensfreudige Stimmung des mäßigen Trinkers spiegelt sich naturgemäß auch im Gesichtsausdruck wieder und bringt Begeisterung für das Schöne. „In Gemeinheit tief versunken — liegt der Tor, vom Rausch bemeistert; wenn er trinkt, wird er betrunken, trinken wir, sind wir begeistert, sprühen hohe Witzesfunken, reden wie mit Engelszungen, fühlen uns von Glut durchdrungen, und in Schönheit sind wir trunken." (Bodenstedt.)

Der unmäßige Trinker wird mit dem Katzenjammer von der Natur schon selbst bestraft, aber die Natur ist zu milde, so daß Rückfälle nicht ausbleiben. Selbst da, wo der Kater vor dem Rausch sich geltend macht, wie bei dem Genuß der merkwürdigen Frucht einer mittelamerikanischen Kaktee, Anhalonium (Mescal) Lewini, läßt sich der Mensch nicht abschrecken, die unangenehmen Gefühle wie Übelkeit, Angstzustände, Atmungsnot, die der eigentlichen Halluzination vorausgehen, durchzukosten, nur um nachher einen einzigartigen Sinnenrausch zu genießen. Nach der Eroberung Mexikos durch die Spanier wurde der Genuß der Frucht verboten, jedoch denen, die zur christlichen Religion übertraten, am Tage des Übertritts gestattet. Und das Mittel zog, woraus man

entnehmen mag, wie dem eintönig dahin lebenden Menschen ein zeitweiliges Entrücktwerden aus der irdischen Sphäre ein dringendes Bedürfnis ist und stets bleiben wird.

Bezeichnend für ein solches ist auch die Tatsache, daß es noch keiner Regierung gelungen ist, auf die Herstellung des Chichabieres, die alles andere als appetitlich ist, eine Steuer zu legen. Der Indianer auf den Höhen der südamerikanischen Berge kann seinen Genuß eben nicht entbehren, und er scheut auch keinen Kampf, um sein uraltes Privileg zu wahren.

Eine der auffälligsten Wahrnehmungen bei dem Genuß stark vergorener Getränke ist die innere Erwärmung; die Bezeichnung Branntwein, Feuerwasser hängt mit ihr zusammen. Bei der göttlichen Verehrung, die man dem Feuer zuteil werden ließ, wäre jenen Getränken auch ohne ihre berauschende Eigenschaft eine ähnliche Einschätzung zuteil geworden. Aristoteles und Theophrast geben die uralte Beobachtung wieder, daß das Opferfeuer beim Eingießen von Wein aufleuchtet, und Plinius berichtet, daß der Falernerwein unter Umständen angezündet werden könne. In den Veden der alten Inder ist uns das Mysterium der Feuererzeugung mit Hilfe des Holzkreuzes und des Feuerquirls überliefert. Der erste aus dem Bohrloch (Maja) springende Funke stellt die Geburt des Agni dar und dieser Funke heißt „das Kind", das in Hymnen als zartes göttliches Wesen gepriesen wird. Die Priester legten das Kind auf das Stroh, an dem es sich zur Flamme entzündet. An seine Seite wird die Kuh gestellt, die die Butter liefert, mit der die Flamme weiter gespeist wird, und der Esel, der das Soma herbeigetragen, den Göttertrank, das dem Agni später zur Nahrung dient. Ein Priester fächelt mit einem Fähnchen Luft herbei, um sein Leben vor dem Erlöchen zu bewahren und ein andrer Priester goß das Soma darüber. Ein dritter salbte Agni mit der heiligen Butter, wonach er „akta", der Gesalbte, hieß (griechisch Christos). Das so entfachte Feuer stieg als lichte Flamme in einer Rauchwolke zum Himmel empor, wobei man Agni sich wieder mit dem himmlischen Vater zu vereinigen glaubte. Die Geburt des Agni wurde am 25. Dezember, dem Tag der Wintersonnenwende gefeiert. Der Windhauch, ohne den das Feuer nicht angefacht werden kann, ist Vaju, der heilige Geist. Wir sehen in dem Mysterium der Feuererzeugung unschwer den Ursprung der christlichen Religion. Aus dem Zusammenhange ergibt sich auch, daß Soma ein stark vergorenes weinartiges Getränk sein mußte. Wer Näheres über die Entwicklung der Kultformen aus dem Feuerkult erfahren will, sei auf das interessante Buch von Heinrich Driesmans „Der Mensch der Urzeit", Verlag von Strecker und Schröder, Stuttgart 1907, verwiesen.

Der Alkohol, dessen Entdeckung nach den Forschungen von Lippmanns erst dem 12. Jahrhundert nach Chr. angehört — er wurde zuerst durch Destillation des Weins gewonnen —, hat also lange Zeit unerkannt eine wichtige Rolle in der Geschichte der Religionen gespielt.

Alphabetisches Sachregister.

	Seite
Abgase	12
Abwasserflora und -fauna	226
Abwässer in Fischteichen	132
Abwässer, Dresdener	134
Abwasserwirtschaft, New Yorker	133
Acarus farinae	260
Achromate	158
Adriakrankheit	3
Agavenwein	99
Ahornzucker	84
Akonitin	125
Alaungerbung	127
Algenfäulnis	188
Algenspiritus	212
Algenvorkommen bei Helgoland	212
„ in der Ostsee	212
Algenzüchtung	210
Alinit	45
Alkohol	45
Alkoholbildende Bakterien	111
Alkohol, in Regenwasser	56
Alkoholgenuß durch Tiere	71
Allochthonie	15
Alpenpflanzen, Hefen in	68
Altersstar	159
Ambrosiapilze	94
Ameisen	78
Amöben	213
„ parasitische	218
Anchylostoma	231
Anguillula aceti	235
Anobien	146
Anpassung des Tieres an Nahrung	65
Anthomyces Reukanfii	69
Apfelwein	100
Aphiden	243
„ Feinde der	246
Apochromatische Linsen	158
Apodya lactea	192
Appertverfahren	169
Arrak	97
Atmosphärische Luft	44
Atropin	125
Äscherbrühen	126
Asphaltmastix	22
Aufgußtierchen	220
Auge	152
„ , Schädigungen des	159
Avitaminosen	121
Azotobacter chroococcum	41
Azotobacter in Blattläusen	145
Bacillariaceen	198
Bacillus-Comesii	128
Bacillus ellenbachiensis	45
Bacillus amylobacter	45
Bacterium coli	131
Badewasser	229
Bagasse	98
Bandalgen	200
Bandwürmer	231
Barlowsche Krankheit	119
Bauchspeicheldrüse	115
Baumsäfte	83
Baumstubben, Pilzzüchtung auf	142
Begasung	12
Beggiatoa	191
Befruchtungsvorgang	174
Benzoesäure, Bildung in Jauche	135
Bergwachs	23
Beri-Beri	119
Beseitigung der Fäkalien	25
Bewirtung	117
Bienen, Bedeutung für die Obsternte	67
Bienenarten	74, 76
Bienenzucht	66
Bierbrauende Bäume	87
Biophyten	147
Biosfrage	122
Birnblattlaus Aphis piri	243
Blattgrün	9
Blattläuse	243
„ , Feinde der	246
Blattschneiderameisen	79
Blaugrüne Algen	191
Blausäure	43
Blitzstar	159
Blößen	127
Bluten der Bäume	84
Blutlausbekämpfung	241
Blutlausmikroben	145
Blutlaussymbionten	147

	Seite
Borkenkäfer	94
Braunkohlenteer	20
Brotbaumfrucht, Zubereitung der	131
Butterbaum	99
Calandra granaria	267
„ linearis	267
„ oryzae	267
Champignonzucht	140
Chlorophyll	9
Chlorophyllfarbstoff	31
Chromgerbung	127
Chromosomen	174
Cladophora	196
Cladothrix	194
Clostridium Pasteurianum	41, 45
Cochenilleschildlaus	149
Crenothrix	193
Cyanophyceen	191
Cystin	118
Danziger Goldwasser	5
Daphnien	225
Darmflora	105
Dasselfliegen	257
Degeneration, senile	114
Demodex	263
Desmidiaceen	200
Deszendenztheorie	171
Düngerkrankheiten	141
Düngerrotte	134
Dysenterie	218
Dysodil	16
Eibengift	125
Eichengärfluß	83, 87
Eisenbakterien	194, 202
Eisenzeit	59
Eisschrankschlammpilze, Verfettung der	56
Elektron	49
Elektronen	6
Eisschrankventilation	64
Elbwasser bei Hamburg	226
Endomyces vernalis	27, 85
Entwicklungsgeschichte	171
Eolithen	58
Ephebogenesis	174
Erdöl, Entstehung des	20
Erdölsorten	21
Ergänzungsstoffe	118
Essigälchen	235
„ , Verdauungsversuche mit	238
Essigfliege als Alkoholdetektiv	75
Essigfliegen	138, 257
Essigmilben	265
Exkremente, menschliche	132
Fadenwürmer	224
Fakälienaufarbeitung durch Fliegenlarven	113
Fäkalien, Desinfektion von	133
„ , Mikroben in	107
„ , Pilzzüchtung auf	146
„ , tierische Entwicklung auf	142
Faulschlamm	16
Feinschmeckerei	117
Fettgerbung	127
Fischproduktion in Teichen	41
Flachbrunnen	54, 55
Flachmoor	15
Flagellaten	219
Fliegenmaden, Seifenbereitung aus	135, 137
Fliegenmadenzucht nach Dr. Engel	254
Fliegenplage	136, 137
Frauenhofersche Linien	7
Fruchtsaftgärung	99
Gallenbewohner	95
Gallionella	195
Gärungstheorie	170
Gefrieren der Pflanzen	62
Geißelinfusorien	219
Generatio aequivoca	167
Gerberei	126
Gerstenälchen	238
Geschlechtsdrüsen	115
Getreide, Lagerfestigkeit	63
„ , Wassergehalt des	63
Getreidekäfer, Nachweis der	266
„ , Vernichtung der	269
Getreideschmalkäfer	271
Gichtkörner	53
Glanzkohle	16
Goldfliege	256
Goldregen	123
Goudron minéral	22
Grüne Tiere mit Kohlensäureassimilation	36
Grunewald	15
Grundströme	55
Gummibakterien	145
Gußasphalt	22
Hafermilbe	260
Harnstoff, synthetischer	47
Havel	15
Hefen in Alpenpflanzen	68
Hefen im Boden	245
Hefen im Darm, Verhalten der	107
Hefe als Heilmittel	130
Hefekunde	176
Hefe, Nomenklatur der	165
Heiliges Feuer von Baku	22

	Seite
Heraeussche Quarzlampe	7
Heu, Selbsterhitzung des	64
Heufieber	69
Hirschkäfer, am Eichenschleimfluß	87
Hochdruckverfahren	47
Hochmoor	15
Hochofen	12
Holzteer	20
Honig in der Mythologie	73
Honigameise	94
Honiganzeiger	72
Honigpflanzen für Bienenzucht	66, 68
Honigtau	89, 90
„ tierischer	92
Hopfenblattlaus Phorodon humuli	243
Hopfen, Kupferbrand des	260
Hormone	115
Hummelarten	74
Hummelblumen	70
Hummel, Feinde der	75
Icerya Purchasi-Schildlaus	64
Infusorien	220
Infusorien im Wiederkäuermagen	109, 129
Insektenmahle	88
Jauche	135
Kalkstickstoffverfahren	47
Kannelkohle	16
Karotin	36
Kartoffelbazillen	53
Kartoffelblattlaus Siphonophora solani	243
Kartoffelertrag	28
Kartoffel, peruanische	131
Käsefliege	255
Kautschuk	8
Kefir	104
Kehricht	134
Kespurit gegen Kesselstein	56
Kieselalgen	198
Kieselgure	16
Klebreis, Zubereitung des	131
Knoblauchskröte, Aufzucht der	126
Kokain	125
Kohlensäureassimilation	34
Kohlensäurequelle	20
Kolibris	72
Kompensationsokulare	158
Komplettine	118
Kornkäfer	261
Kornmotte	272
Kornrüßler	261
Kotbakterien als wichtiges Beifutter	126
Krätze	260, 263
Kristallwachstum	179
Küchenschabe	271
Kumys	104
Kunstseide	27
Lackmikroben	145
Lackschildlaus	249
Lamziekte	120
Läusesymbionten	150
Lebertorf	16
Lecaniumsymbionten	147, 148
Leder	126
Leeuwenhoeks Entdeckungen	162
Leguminosenknöllchen	41
Leptomitus lacteus	192
Leptothrit	195
Leuchtsymbiose	151
Licht	48
Licht, Wirkung des	50
Liesegangs Phänomen	183
Liguin, Verdaulichkeit	130
Lochkamera	154
London, Wasser	55
Löß	62
Luch, Wirtschaftssystem des	25
Luft	11
Luft in Bergwerken	11
Luft in Schiffsladeräumen	11
Luftsalpeterverfahren	47
Lüneburger Heide	15
Lysin	118
Madenzucht	138
Magen als Gärbottich	110, 129
Mageninhaltsproben	106
Makrokosmos	1
Malaria	219
Malzstärke	187
Maniok, Zubereitung des	131
Marienkäfer als Blattlausfeind	241
Mattkohle	16
Meeresalgen, Auswertung der	207
Mehlmilbe	269
Mehlnährschäden	119
Mehlwurm	271
Menschliche Fäkalien	43, 44
Meteorpapier	206
Mikrokosmos	1
Mikromonas progrediens	6
Mikrophotographie	157
Mikroskop, Geschichte des	160
Mikrosporidien	151
Milben	260
Milchfluß der Bäume	85
Milchgärung	104
Milchsäurebakterien als Heilmittel	131
Miomal	252
Mistbeizen	127

	Seite
Mistbewohner	106
Moschusfluß	83
Moste, Einschwefeln der	103
Mücken, blutsaugende	150, 252
Mückenschutzmittel	252
Muskarin	125
Myrmekophile Insekten	80
Nahrungsgifte	123
Nahrungspollen	70
Naphtha	20
Nasenbremse	259
Nebenniere	45
Nektarien, extraflorale	79
Nektar in Vogelblumen	71
Nektarmikroben	68
Nematoden	224
Nematodenfäule	239
Netzhautstäbchen	155
Netzhautzapfen	155
Neuluftgesellschaft	136
Neuston	205
Niltal	61
Novius cardinalis	64
Obstmadenbekämpfung	103
Osiris	73
Ozonisierung des Wassers	233
Palmwein	82
Panseninfusorien	109, 129
Paraffin	8
Pektinvergärung	128
Pelagische Flora und Fauna	207
Pellagra	120
Pentosane, Ausnützung der	130
Perpetuum mobile, Liebigs	189
Petroleum	20, 21
Pferdedung	46
Pferdestallungen als Fliegenfalle	139
Pflanzenleben im Wasser	188
Physarum leucophaeum	216
Phenole, Bildung in Jauche	135
Phosphor	8
Photographie ohne Kamera	158
Pilze, coprophile	105
Pilzflüsse, braune	83
„ rosa	83
„ , schwarze	83
Pilzgärten der Ameisen	80
Pilzkulturen	180
Pilzrosen	182
Pilzuhr	182
Pilzverfettung	56
Planktonentwicklung	54
Plankton	205, 207
Plankton im Elbwasser	226
„ im Tegeler See	225
„ im Wannsee	225
Pneumurie	124
Pollenkörner im Honig	67
Pollentoxin	69
Polycystis flos aquae	21
Praeolithen	58
Projektionsokulare	158
Protococcus	31
Protozoen im Magen	110
Proustsche Hypothese	9
Pseudovitellus	147
Pulque	99
Punsch	98
Purkinjewsche Aderfigur	154
Radekörner	53
Rädertierchen	225
Radiumemanationen, Radiumstrahlen α, β-, γ-	52
Räudemilben	260
Räudeplage	261
Regenwurm	46
Rieselkohle	17
Rinderbiesfliege	257
Rizinusöl, Gewöhnung an	124
Rosenblattlaus	243
Röste (Rötte)	127
Röntgenstrahlen	53
Rotatorien	225
Rübennematoden	239
Ruhrgebietkohle	17
Rum	97
Saarbecken	17
Salmin	118
Schafzecke	256
Sämischleder	127
Sarcoptes scabici	263
Schaumzikade	149
Sehen	152
Sehpurpur	156
Schattenbildphotographie	158
Schlagende Wetter	20
Schlammschichten	58
Schlamm, Vorgänge im	227
Schilddrüsen	114
Schildlaus Icerya Purchasi	64
Schildläuse	239, 248
„ , Feinde der	246
Schleimpilzamöben	216
Schlickarten	16
Schmeißfliege, Brummer	113, 225
Schneeblindheit	159
Schottsche Uviollampe	7

Seite

Schraubenalge 195
Schwefelbakterien 191
Schwingfaden 190
Schwingwiese 15
Seife aus Fliegenmaden 135
Sitophilus s. Calandra.
Skorbut 119
Slibowitzbereitung 63
Sonnentau 15
Sonnenwärme 8
Soyagärung 131
Speisenfolge 116
Spirogyra 199
Spreewald 15
Spulwürmer 230
Stärkekörner 183
Stärkereaktionen 183
Stärkestruktur 186
Staubecken 62
Steinkohle 14
Steinkohlen, Ausnützung der 20
Steinkohlenteeröl 20
Steinzeit 59
Steppengräser 62
Stinkkalke 16
Strahlen α-, β-, γ- des Radium . . 52
Strohkraftfutter 25
Stubenfliege 255
Sulfitablaugen 27
Sumpfvegetation 202
Symbiosen, interzellulare 142
Sylvanus 271

Tangtheorie 15
Teer 20
Telohania corethrae 151
Teltowkanal 16
Tenebris 271
Texasfieber 218
Thiobacillus 38
Tinea gronella 272
Thymusdrüse 115
Tod 11
Torfmoos als Wasserspeicher 61
Trangerbung 127
Traubesche Zellen 179
Tribolium ferrugineum 272
Trinidadasphalt 22
Trinkwassermikroben 228
Tryptophon 118

Seite

Tylenchus hordei 238
„ tritici 238
„ devastatrix 239

Ulothrix 197
Ultramikroskop 178
Ultraviolettes Licht 51
Urhefe, versteinerte 58
Urmenschen 58, 59, 286
Urzeugung 167

Variskische Gebirge 17
Vaselin 23
Vererbungslehre 172
Verlandung 15
Versteinerungen 58
Vitamine 118
Vogelblumen, Nektar in 71

Wachsbildung 75
Wasserbakterien 55
Wasserblüte 205
Wasserentsalzung 234
Wasserfiltration 232
Wassergehalt der Gewebe 60
Wasserpest 201
Wasserreinigung 234, 235
Wasseruntersuchung, chemisch . . . 232
Wasserverkrautung 228
Weberameisen 93
Weidenbohrerlarven 146
Weinbau in der Steppe 62
Weingärung 102
Wespen 78
Wurmfäule 239
Wurmkrankheit 231
Weizenälchen 53, 238
Weltmeer, Plankton im 54

Yogurth 104

Zecken 260
Zein 118
Zellenlehre 167, 173
Zellkern, Entdeckung des 167
Zellulosegärung 46, 108
Zider 100
Zirbeldrüse 115
Zuckerkrankheit 124
Zuckerrohr 124
Zwischenmoor 16
Zymase, Entdeckung der 170

Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68, Kochstraße 68—71.